



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
PROGRAMA DE DOCTORADO EN PSICOLOGÍA

IMPACTO DE UN PROGRAMA DE PENSAMIENTO CRÍTICO EN
HABILIDADES DE INDAGACIÓN Y PENSAMIENTO
PROBABILÍSTICO EN ESTUDIANTES DE PEDAGOGÍA

Por: CARLOS JAVIER OSSA CORNEJO

Tesis para optar al grado de Doctor en Psicología

Profesor Guía: Dr. Alejandro Enrique Díaz Mujica
Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Concepción

Co-guía de tesis: Dra. Antonia Larraín Sutil
Facultad de Psicología. Universidad Alberto Hurtado

Dr. José Manuel Merino Escobar
Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Concepción

Junio de 2017
CONCEPCIÓN - CHILE

© 2017 Carlos Javier Ossa Cornejo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento





Dedicatoria

Para las tres luces de mi vida, que me han hecho llegar tan lejos como he podido hacerlo, Nany, Pía y Paz. Gracias por estar siempre conmigo y compartir conmigo las alegrías, rabias, penas y amor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a mi familia, a mi esposa e hijas que me han dado el apoyo y la fuerza para seguir adelante y terminar este desafío.

Deseo agradecer al Dr. Alejandro Díaz Mujica por su constante apoyo y guía en todo ese proceso. Así mismo a los académicos y compañeros del programa que han compartido conmigo estos años maravillosos. Un recuerdo además para Paola Cañuta, que siempre estuvo para apoyarme en todas las gestiones que necesitaba.

También deseo dar gracias a mis familiares, padres, abuelos, suegros, cuñadas, tíos, hermanos, sobrinos y primos.... La familia siempre está al lado de uno.

Agradezco además a las personas que me ayudaron en mi investigación, Claudio Díaz, Fabián Cifuentes, Jaime Aedo, Darío Páez, Carlos Saiz, sin su ayuda no habría podido realizar todo este trabajo con tanta eficiencia.



TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1.- Formación docente en Chile.....	5
2.1.1.- Formación inicial docente en las áreas de ciencias.....	11
2.2.- Razonamiento científico.....	15
2.2.1.- Indagación.....	18
2.2.2.- Pensamiento probabilístico.....	22
2.3.- Pensamiento crítico.....	26
2.3.1.- Programas de promoción del pensamiento crítico.....	34
2.3.1.1.- Modelos centrados en habilidades cognitivas.....	34
2.3.1.2.- Modelos centrados en la resolución de problemas.....	36
2.3.1.3.- Modelos de dominio específico de pensamiento crítico.....	38
2.3.2.- Programas de desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes universitarios.....	41
2.3.2.1.- Programas de pensamiento crítico en pedagogía.....	42
2.3.2.2.- Experiencias de infusión directa del pensamiento crítico.....	51
2.4.- Programa Pensamiento crítico para el desarrollo del razonamiento científico en estudiantes de pedagogía (PENCRIT-RC).....	57
III. PROBLEMATIZACIÓN.....	62
3.1.- Preguntas de investigación.....	64
3.2.- Hipótesis:.....	64
3.3.- Objetivos.....	65
IV.- METODO.....	
4.1.- Fase 1.....	67
4.1.1- Diseño.....	67
4.1.2- Participantes.....	67
4.1.3.- Instrumentos de medición.....	69
4.1.4- Procedimiento.....	71
4.1.5.- Consideraciones éticas.....	72

4.1.6.- Análisis de la información.....	72
4.2.- Fase 2.....	74
4.2.1- Diseño.....	74
4.2.2- Participantes.....	74
4.2.3.- Instrumentos de medición.....	75
4.2.4- Procedimiento.....	76
4.2.5.- Análisis de la información.....	77
4.3.- Fase 3.....	78
4.3.1- Diseño.....	78
4.3.2- Variables.....	78
4.3.3.- Participantes.....	85
4.3.4.- Instrumentos de medición.....	86
4.3.5.- Procedimientos.....	87
4.3.5.1.- Convocatoria y selección de participantes de la intervención.....	87
4.3.5.2.- Desarrollo del programa de intervención.....	88
4.3.5.3.- Consideraciones éticas.....	89
4.3.6.- Análisis de la información.....	89
V.- RESULTADOS.....	91
Fase 1. Análisis de confiabilidad y dimensionalidad de los instrumentos.....	91
Fase 2. Validación del programa de intervención.....	96
Fase 3. Aplicación del programa y evaluación de su impacto.....	101
1.- Análisis aplicación pretest.....	101
2.- Análisis aplicación posttest:.....	106
VI. CONCLUSIONES.....	113
VII. REFERENCIAS.....	126
ANEXOS.....	143
Anexo 1. Instrumentos de medición de variables.....	143
Anexo 2. Escala de evaluación de la planificación del programa PENCRI-RC.....	154
Anexo 3. Sesiones del programa de intervención y manual de trabajo del estudiante.....	163
Anexo 4. Datos de evaluación de instrumentos, evaluación del programa, y aplicación pre y posttest.....	221
Anexo 5. Cartas de consentimiento y autorización.....	231

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definiciones sobre pensamiento crítico según diversos autores	28
Tabla 2. Distribución de la muestra estratificada de la fase 1 del estudio	69
Tabla 3. Análisis descriptivos de los ítems de la Escala de Indagación	91
Tabla 4. Valores del AFC Escala de Indagación	92
Tabla 5. Análisis descriptivos de los ítems de Escala de razonamiento probabilístico	95
Tabla 6. Matriz de carga factorial de ítems en Escala de Razonamiento probabilístico	96
Tabla 7. Datos de los evaluadores del programa y materiales	97
Tabla 8. Análisis descriptivo de evaluación global del taller	98
Tabla 9. Promedios y desviaciones estándar de evaluación de sesiones aplicación piloto....	99
Tabla 10. Datos descriptivos aplicación pretest	102
Tabla 11. Datos descriptivos de las variables en el pretest según tipo de grupo	103
Tabla 12. Datos descriptivos aplicación posttest	106
Tabla 13. Datos descriptivos de las variables en el posttest según tipo de grupo	108
Tabla 14. Datos de Análisis de Covarianza de variables en estudio	111
Tabla 15. Pruebas robustas de igualdad de medias razonamiento probabilístico	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de tres factores de la escala Indagación	93
Figura 2. Evaluación de actividades más relevantes en las sesiones	100

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como propósito evaluar el impacto del programa de pensamiento crítico para razonamiento científico (PENCRIT-RC) en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico de estudiantes de pedagogía en ciencias naturales de universidades tradicionales de la región del Biobío. Las hipótesis evaluadas fueron: a) La aplicación del programa PENCRIT-RC produce un aumento en la habilidad de indagación, y b) La aplicación del programa PENCRIT-RC produce un aumento en la habilidad de pensamiento probabilístico. La metodología a utilizar se enmarcó en el paradigma neopositivista, y contempló tres fases. La primera tiene un diseño instrumental, orientada a la validación de los instrumentos de medición de las variables; la segunda, un diseño descriptivo, para analizar la pertinencia del programa de pensamiento crítico; y, la tercera fase, un diseño cuasiexperimental, con grupo experimental y grupo control, y aplicación pre y postprueba. Los participantes fueron 325 estudiantes de las carreras de pedagogía en ciencias naturales y pedagogía en matemáticas de las tres universidades pertenecientes al consejo de rectores de universidades chilenas de la región del Biobío para la primera fase; tres académicos con experiencia en el tema de pensamiento crítico, y 24 estudiantes, para la validación del programa a implementar, para la segunda fase; y 95 estudiantes para la tercera fase de aplicación del programa. Los instrumentos usados en la primera y tercera fase fueron la escala de indagación del test Tareas de pensamiento crítico del Educational Testing Service, adaptado por Miranda (2003), y una escala de pensamiento probabilístico, adaptada del test de Lawson (Espinosa y Sánchez, 2014); además se utilizó en la segunda fase una escala de apreciación de 24 ítems para la evaluación del programa. Para analizar los datos se utilizaron estadísticos descriptivos en las tres fases, y en forma específica, los estadísticos alfa de Cronbach y Omega para evaluar confiabilidad, así como análisis factorial exploratorio y confirmatorio en la primera fase; Kappa de Cohen, para la segunda, y análisis de covarianza para la tercera fase. Los resultados muestran un nivel de confiabilidad adecuada, pero bajo lo esperado en la escala de indagación ($\Omega = .613$), con una estructura factorial de tres factores y un muy buen ajuste; para la escala de razonamiento probabilístico, se obtuvo una confiabilidad cuestionable ($\alpha = .554$), y una estructura factorial de cuatro factores, relacionada con la presentación de los ítems. Respecto al impacto del taller, se obtuvo diferencias significativas en el grupo experimental por sobre el grupo control en ambas variables, aunque con mayor efecto en indagación ($F_{ind}=64.13$; $p=0.001$; $F_{raz}=11.45$, $p=0.001$). Se observa además una correlación positiva y significativa entre ambas variables en el posttest ($r=0.382$, $p=0.001$), aunque no en el pretest. Se concluye que el programa PENCRIT-RC tiene un nivel de impacto positivo y significativo en las habilidades de indagación y razonamiento probabilístico, mejorando el desarrollo de competencias de razonamiento científico en estudiantes de pedagogía.

Palabras claves: Pensamiento crítico, indagación, pensamiento probabilístico, pedagogía, universitarios

I.- INTRODUCCIÓN

Las actuales demandas de la sociedad, centradas en la capacidad de generar habilidades científicas, fomentar la participación, mejorar el nivel de conocimiento, y adaptarse a la diversidad, precisan contar con profesionales que logren avanzar hacia una la autonomía del pensamiento, con habilidades cognitivas de alto nivel, pues deben enfrentarse a situaciones sociales cada vez más complejas y diversas (Medina & Domínguez, 2006; Yang, 2012).

El razonamiento científico es un conjunto de habilidades cognitivas que permiten analizar y evaluar datos que se obtienen del medio (Ding, 2014). Ello implica reconocer la información que se obtiene, distinguir los elementos que la componen, verificar las fuentes donde se origina, y evaluar su coherencia y pertinencia; para ello se requiere tener un juicio evaluativo no solo de la información obtenida sino además del propio uso de las habilidades cognitivas (Madariaga & Schaffernicht, 2013).

Lo anterior se puede lograr a través del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, pues éste permite generar una toma responsable de decisiones, como así mismo fortalecer las habilidades para enfrentar los crecientes y complejos requerimientos que aparecen en el campo profesional (Juliá, 2006; Ku & Ho, 2010).

Los profesionales de la educación deben desarrollar procesos de aprendizaje que promuevan el pensamiento crítico, a nivel científico y profesional (Gutiérrez, Salmerón Vilches, Martín & Salmerón, 2013), con el fin de fomentar un mayor nivel de rigurosidad en sus actuaciones profesionales, y, por otra parte, para que el desarrollo curricular contemple mayor reflexión y crítica (Ávalos, 2007; Stapleton, 2011). Lo cual serviría además para mejorar la calidad de los aprendizajes, y por tanto, el desempeño de los estudiantes, con el objetivo de desarrollar su autonomía y eficiencia (Ku & Ho, 2010; Olivares, Saiz & Rivas, 2013; Tung & Chang, 2009).

Sin embargo, no es necesario esperar a que estos profesionales se encuentren en los ámbitos laborales para comenzar a desarrollar dichas habilidades. Diversas experiencias (Díaz y Quiroz, 2003; Guzmán y Sánchez, 2006; Mota, 2010; Reguant, 2009) han demostrado que el desarrollo de estas competencias en la formación inicial de los docentes es un tema relevante y factible de implementar.

Lo anterior es relevante debido a la necesidad de mejorar la calidad de la Formación Inicial Docente, puesto que dicho proceso no estaría incorporando elementos de profesionalización que apoyen el desarrollo efectivo de conocimientos y habilidades críticas por parte del docente, fundamentales para enfrentar las exigencias sociales actuales (Ávalos, 2007). Esto se vería reflejado aún más fuertemente en el desempeño de los docentes del ámbito de las ciencias, ya que se ha planteado en los últimos estudios internacionales, que los estudiantes chilenos aun no logran alcanzar los estándares científicos y lógicos de los estudiantes de países de la OCDE (OECD, 2005), lo que podría indicar que aún falta un gran

desarrollo en el dominio habilidades de razonamiento científico en la formación de docentes, y en ello, el logro de pensamiento crítico sería relevante (Ding, 2014).

Contar con profesionales que desarrollen sus habilidades profesionales durante su formación es uno de los lineamientos de calidad de las instituciones de la Educación Superior, sin embargo, en ocasiones, las habilidades relacionadas con el desarrollo de habilidades reflexivas y de pensamiento crítico no son trabajadas en estos procesos formativos de modo eficiente, pues no se logran incorporar adecuadamente en los curriculum (Madariaga & Schaffernicht, 2013).

El estudio pretende analizar la incidencia de un programa de pensamiento crítico en dos habilidades relevantes del razonamiento científico, la indagación y el razonamiento probabilístico, en estudiantes de pedagogía, de manera de contar con una estrategia de formación que promueva en la formación universitaria, dichas habilidades.

En el texto que se presenta a continuación, se plantea un primer capítulo titulado Marco Conceptual, donde se señalan los referentes teóricos que sustentan el estudio. Se describe la formación pedagógica en Chile, como referente de grupo social con el que se trabaja en el estudio, incorporando además las características y estándares que la formación pedagógica debe dar en el ámbito de las ciencias naturales. En relación con lo anterior, se describe el razonamiento científico junto con los dos grandes componentes de este constructo, la indagación y el pensamiento probabilístico, que se consideran variables dependientes del programa a aplicar.

Como tercer apartado de este capítulo se describe el concepto pensamiento crítico, se presentan sus características y los tipos de programas que se han

utilizado para desarrollarlo. Se pone énfasis en el tipo de programa llamado de infusión, ya que es la técnica utilizada en el programa. Se presenta posteriormente una síntesis de programas de pensamiento crítico que se han trabajado en estudiantes universitarios y secundarios para fortalecer habilidades de razonamiento según la técnica de infusión, a modo de contextualización empírica del programa a utilizar en el estudio. Finaliza el capítulo con una descripción y fundamentación del programa de pensamiento crítico para el desarrollo de razonamiento científico a trabajar con estudiantes de pedagogía.

El tercer capítulo es de Problematización, se centra en la presentación y argumentación del problema de investigación, contemplando además las preguntas de investigación, las hipótesis del estudio y los objetivos a lograr de manera que se pueda responder a dichas preguntas de investigación. El cuarto capítulo considera el Método, planteándose una estructura de tres fases en el estudio, con diseños, participantes, instrumentos y técnicas de análisis de datos diferentes en función del objetivo de cada etapa.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas usadas en el texto, y los anexos donde se incorpora el programa con sus actividades detalladas, el programa de asignatura del mismo pues será desarrollado como curso electivo. Se consideran además los instrumentos a utilizar y las cartas de información y consentimiento para los directores de carrera, docentes y estudiantes participantes.

II.- MARCO CONCEPTUAL

El siguiente apartado planteará en primer lugar una revisión sobre los referentes conceptuales que basan el estudio, como la formación inicial docente en Chile, la formación docente en el ámbito de las ciencias, el razonamiento científico y su importancia para el desarrollo del conocimiento; y finalmente, el concepto de pensamiento crítico, señalando los modelos que se han desarrollado en esta temática, estableciendo además su relación con el razonamiento científico.

2.1.- Formación docente en Chile

La formación de docentes es un área importante en las propuestas de mejoramiento de la calidad educativa, debido a que se ha planteado que el profesor es uno de los recursos fundamentales para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje (Woolfolk, 2006). Por otra parte, algunas investigaciones (Ávalos, 2007; Núñez, 2007) señalan que el proceso formativo de los docentes chilenos no tendría una base profesionalizante y científica, lo que contribuiría a devaluar el estatus de estos profesionales a raíz de una visión de que su trabajo ha sido menos eficiente de lo esperado ya que no se han logrado alcanzar metas de calidad educativa en estudios internacionales.

Una posible explicación a lo anterior es que en Chile se han impuesto algunas lógicas de poder desde el mercado y el aparato político, que han sido los que han direccionado el campo profesional de los docentes, más que las propias

orientaciones de la disciplina o de la comunidad (Núñez, 2007). Se plantea por otro lado, que aun cuando sí ha existido un proceso de profesionalización de la labor docente, ésta no ha sido eficiente, debiéndose fortalecer la calidad de los programas de formación de profesores en las instituciones de Educación Superior (Ávalos, 2007).

Para lograr lo anterior se han desarrollado instancias como el Programa de Fortalecimiento de la Formación Docente (FFID), el desarrollo de becas de apoyo a alumnos destacados en las pruebas de selección universitaria, el mejoramiento de los ámbitos curriculares, didácticos y evaluativos de los programas de formación, el fortalecimiento de la gestión institucional universitaria, la implementación de políticas de mejoramiento de la calidad, y el aumento de investigación en formación pedagógica, entre otras iniciativas (Comisión sobre Formación Inicial Docente, 2005; Cisternas, 2011).

En algunos países los docentes no logran salir de la etapa formalista, quedándose con los conocimientos y técnicas básicas que permiten un desempeño aislado y poco innovador (Contreras & Villalobos, 2010). La formación de los futuros docentes debiera desarrollar tanto el conocimiento técnico o específico que se va a enseñar, el conocimiento de los estudiantes y sus características, de instrumentos y procedimientos para enseñar, y de una identidad profesional fuerte, que desarrolle un sentido de vocación respecto a lo que es su misión como profesional (Ávalos, 2009).

El hecho de que estas competencias se puedan desarrollar en las instancias formativas de la Educación Superior es altamente factible, siempre que la institución oriente sus esfuerzos al desarrollo de esas competencias. Un estudio realizado en

Colombia (Rosefsky & Saavedra, 2011) encontró que las instituciones de Educación Superior en ese país, generaban cambios en las habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y competencias sociales y de comunicación; y en dicho cambio estaban presentes variables como el tipo de universidad, la calidad de los programas de formación, el nivel de experticia de los académicos, la reputación que tenía la institución de Educación Superior, y el apoyo que se les brindaba a los estudiantes.

El estado chileno por su parte, ha trabajado sobre nudos críticos relacionados con la gestión de las instituciones formadoras, con la actualización de los currículos, el desarrollo de los actores, y los apoyos requeridos por ellos (Comisión sobre Formación Inicial Docente, 2005), aun cuando no ha logrado un trabajo más eficiente en el desarrollo de las otras habilidades cognitivas y de competencias sociales (Ávalos, 2009).

Para ser docente en Chile hay que estudiar la carrera de pedagogía en institutos superiores o universidades (Bitar, 2011), existen actualmente 900 programas de pedagogía en el país, de los cuales sólo 294 están acreditados por la Comisión Nacional de Acreditación; de estos últimos, el 55% obtuvo la acreditación hace tres años o menos, y sólo 7% tiene una acreditación superior a seis años (Panel de expertos para una educación de calidad, 2010).

El proceso formativo de los docentes se ha visto apoyado por diversos programas y políticas como el Programa de Fortalecimiento de la Formación Inicial Docente, el cual se iniciara el año 1997, bajo el liderazgo de 17 instituciones de Educación Superior, cuyo propósito fue mejorar la calidad de la enseñanza en distintos niveles mediante la concesión de becas para alumnos de pedagogía en

dichas instituciones, y el mejoramiento de la formación en esas 17 universidades, lo que favoreció la realización de ajustes, mejoras y adecuaciones en los planes de estudio, infraestructura y equipamiento (Panel de expertos para una educación de calidad, 2010).

Por otra parte, entre 1998 y 2008 se llevó a cabo otro programa, el de “Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior” (MECESUP), a través del cual las 25 universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de Universidades de Chile (CRUCH), podían obtener fondos para mejorar sus ofertas de formación, entre las que se encontraba la carrera de pedagogía. Se diseñaron programas de doctorado y procesos de renovación académica (Bitar, 2011).

Durante el mismo periodo (década del 2000), se abrió una oferta de cursos y talleres para docentes de todos los niveles del sistema escolar; se fomentó el aprendizaje entre pares y se desarrollaron especializaciones para profesores de Educación Básica con el concurso de universidades acreditadas. Además de ello, se impulsó el uso de las tecnologías de la información y comunicación y se ofrecieron oportunidades de pasantías y postgrados, tanto nacionales como internacionales (Unesco-Ceppe, 2013). En la actualidad, existe una beca de formación docente para los estudiantes que hayan obtenido un promedio de notas mayor a seis en la Educación Media (sobre un máximo de siete) y más de 600 puntos en la PSU - sobre un máximo de 850- (Bitar, 2011).

Sin embargo, aún quedarían algunos elementos débiles en el desarrollo de propuestas de mejoramiento, relacionados con la articulación curricular de los programas y el desarrollo de competencias docentes (Pedraja, Araneda, Rodríguez & Rodríguez, 2012). La aplicación de instancias de acreditación institucional es a

juicio de dichos autores un elemento que podría estar incidiendo de mejor manera en el proceso de mejoramiento de la formación docente.

Se debe lograr un conjunto de competencias personales para alcanzar un adecuado desempeño en el aula, entre las que destacan la autoestima, la ética, el entusiasmo, las metas claras y la tenacidad (Garza, en Segura, 2005). De ellas, la referida a metas claras, guarda relación con la capacidad de pensar reflexiva y evaluativamente su desempeño y su nivel de conocimiento, lo cual está relacionado con el pensamiento crítico.

Otro de los ámbitos de investigación que se ha desarrollado en relación a los tópicos de los procesos de pensamiento del profesor y de la cognición docente, han sido las experiencias de promoción del pensamiento crítico en docentes en ejercicio (Miranda, 2003) o bien, en futuros docentes (Guzmán & Sánchez, 2006). En esta línea, aunque menos explorada (Miranda, 2003) se ha señalado que el docente requiere de habilidades cognitivas para analizar reflexivamente la información que está manejando como contenido, como así mismo la que le provee el contexto del aula, lo que le demanda además, tomar decisiones y enfrentar dificultades de un modo eficiente.

Algunos estudios que han analizado la calidad de la formación docente en diferentes países de América, entre los que se encuentra Chile (OECD, 2005; Unesco-Ceppe, 2013). Estos estudios señalan que además de buscar prácticas más efectivas e innovadoras en la formación inicial docente, es necesario continuar mejorando el proceso de desarrollo de competencias profesionales en el campo laboral (formación docente continua), así como articular de mejor manera estas dos instancias de formación, con las reales necesidades de las instituciones educativas.

De acuerdo con lo anterior, se debe lograr la formación de capacidades para permitir a los futuros docentes la adaptación al cambio, el desarrollo del razonamiento crítico, la comprensión y la solución de situaciones complejas, pensamiento creativo e innovador, mediante la combinación de conocimientos teórico-prácticos puestos en acción, y con un compromiso ético en contextos reales, lo que debe desarrollarse durante los programas de formación inicial o en el transcurso de la carrera profesional de los docentes (Danielson, 2011).

El desarrollo de las competencias docentes que incluyan esta dimensión crítica, permitiría al futuro profesor, planificar su acción de manera reflexiva y creativa para ponerla en práctica eficazmente al enfrentar situaciones problemáticas. Del mismo modo podría reflexionar durante la acción de dichas tareas para reajustarla a su práctica pedagógica, gestionando así la progresión de los aprendizajes de sus alumnos, y posteriormente sobre la acción para evaluar el proceso y refinarlo (Guzmán & Marín, 2011). Aun cuando existen pocos estudios que sustenten empíricamente esta relación (Díaz-Barriga, 2001; Guzmán & Sánchez, 2006; Martínez & Pascual, 2013; Yang, 2012), se ha notado un aumento de habilidades reflexivas y creativas en docentes y estudiantes de pedagogía que participan de programas de pensamiento crítico, que inciden en el manejo de contenido y en las estrategias didácticas que utilizan.

A pesar de que las instituciones de Educación Superior deben proporcionar a los estudiantes experiencias de aprendizaje que les permitan mejorar sus procesos de pensamiento, ha sido difícil desarrollar programas de promoción de habilidades profesionales que incorporen el pensamiento crítico de un modo

sistematizado y que pueda promoverlas dentro del currículum institucional (Madariaga & Schaffernicht, 2013).

2.1.1.- Formación inicial docente en las áreas de ciencias.

La formación profesional de los profesores en Chile está regulada por la ley general de educación -ley 20.370 de 2009-, como un ámbito de preparación a cargo de las universidades, quienes deben dar un grado académico de licenciatura, y un título profesional diferenciado para ejercer en Educación Básica o en Educación Media (Mineduc, 2009b). Así mismo los profesionales de la educación están regulados por la ley 19.070 de 1991, siendo definidos como profesionales de la educación, las personas que posean título de profesor o educador; así pues, la exigencia para ejercer esta profesión es estar en posesión de dicho título (González, 2005).

La formación docente en pedagogía en ciencias naturales, se plantea como un ámbito de formación profesional y académica, ya que los programas de las distintas instituciones terminan su proceso formativo con un título profesional de Profesor de Ciencias Naturales y Biología, o bien de Física, o de Química dependiendo de la especialidad o mención que el estudiante haya tomado. Además de lo anterior, todos los programas consideran un grado académico de Licenciado en Educación. Los programas universitarios tienen una duración que va entre los 9 y 10 semestres académicos, y consideran asignaturas del ámbito pedagógico, del ámbito de especialidad disciplinaria, y del ámbito de práctica (Mineduc, 2009).

La enseñanza de las ciencias en Chile es un eje de gran importancia tanto para la formación de docentes de enseñanza básica como para enseñanza media; en la educación básica existen contenidos, objetivos y mapas de progreso para la adquisición de competencias científicas. Sin embargo, la formación de los profesores de Educación Básica en Chile, encargados de enseñar ciencias en los niveles primarios, no incluye en los planes de estudio actuales, de la mayoría de las carreras, cursos sobre enseñanza de las ciencias. En relación a la formación de los profesores de ciencia en Educación Media, se puede sostener que en la mayoría de los programas se incluye una proporción importante de cursos relacionados con la especialidad o las disciplinas científicas (como biología, química, física, ciencias de la tierra), siendo en promedio un 45% de la malla curricular. No obstante, existe una gran variación entre las diferentes universidades, encontrándose carreras en las que la especialidad es menos de un 30% de la malla y otras en que sobrepasa el 60% (Cofré, Camacho, Galaz, Jiménez, Santibáñez & Vergara, 2010).

En los actuales estándares de formación de los docentes, la enseñanza de la ciencia se ha trabajado desde la habilidad de indagación, considerando las actividades y procesos utilizados por los científicos y también por los estudiantes para comprender el mundo que los rodea, no limitándose a presentar los resultados de investigaciones y descubrimientos científicos, sino que mostrando los procesos científicos utilizados para llegar a estos resultados. El propósito formativo del área de biología es desarrollar en los futuros profesores la comprensión del mundo natural, material y tecnológico, como también, estimular su interés por explorar, comprender, explicar y analizar el medio que los rodea. Se espera que, como resultado de su aprendizaje en el área, los estudiantes desarrollen habilidades de

investigación y análisis de la realidad natural que les permita formular preguntas, confrontar teorías y posturas y sacar conclusiones basadas en evidencia, tomar decisiones informadas sobre el ambiente y la salud propia y de otros, y participar en asuntos científicos y tecnológicos de interés público (Mineduc, 2012).

Por otro lado, la formación del docente en la disciplina de la física, implica comprender y poner en práctica herramientas, habilidades y actitudes características del quehacer científico y de su enseñanza, considerando además competencias en la formación de ciudadanos capaces de participar y tomar decisiones que afecten a las personas y a la sociedad en la que se insertan, en relación a ese ámbito disciplinario. Mientras que la formación del docente en la disciplina de química, implica comprender y poner en práctica herramientas, habilidades y actitudes características del quehacer científico y de su enseñanza, evidenciando competencia en la formación de ciudadanos capaces de participar y tomar decisiones que afecten a las personas y a la sociedad en la que se insertan, en el ámbito de la disciplina de la química (Mineduc, 2012).

Los estándares para la formación en biología se presentan organizados en torno a seis áreas: conocimiento científico y su aprendizaje; herencia y evolución biológica; célula: estructura y función; estructura y función de los seres vivos; ecología; y habilidades del pensamiento científico. Para física se organizan en torno a nueve áreas: conocimiento científico y su aprendizaje; movimiento y fuerza; ondas: propiedades y fenómenos asociados; comportamiento de fluidos; modelos y principios termodinámicos; campos eléctricos y magnéticos; principios físicos a nivel atómico y subatómico; tierra y universo, y habilidades de pensamiento científico. Finalmente los estándares para química se ordenan en torno a seis áreas:

conocimiento científico y su aprendizaje; estructura atómica y molecular de la materia; estados de agregación de la materia; procesos químicos: estequiometría, termodinámica y cinética; compuestos orgánicos e inorgánicos: estructura y reactividad; y habilidades de pensamiento científico (Mineduc, 2012).

Si bien las instituciones formadoras del consejo de rectores de universidades chilenas (CRUCH), presentan en general procesos de acreditación realizadas por instituciones externas, que cualifican sus procedimientos, recursos, y mallas curriculares de modo que se pueda lograr un adecuado nivel de competencias profesionales, existe una evaluación negativa de parte de los profesionales egresados respecto a algunos aspectos de este proceso formativo en relación a la confianza y comprensión lograda para su enseñanza (Rufinelli, 2013).

A pesar de los crecientes esfuerzos por fortalecer los procesos de educación científica que ha desarrollado el país para mejorar el proceso de formación de docentes, no se han logrado los resultados deseados en el mejoramiento de competencias científicas de los estudiantes universitarios (Ruffinelli, 2013), esto tal vez debido a que, por un lado, falta mejorar la construcción curricular de los programas de ciencias, como por otro, a que aún existen en los procesos formativos de los docentes universitarios concepciones acríticas de cómo se debe enseñar ciencias, que no han sido reflexionadas ni cuestionadas para generar un cambio en ellas (Akdere, 2012; Garritz, 2010; Gil-Pérez y Vilches, 2004; Picquart, Guzmán y Soza, 2010).

2.2.- Razonamiento científico

El trabajo científico es una tarea relevante para la formación universitaria, sin embargo, se presenta hoy una crisis respecto al nivel de valoración que esta presenta en la sociedad, y a la calidad con la que es enseñada en las instituciones educativas (Benito, 2009). Siendo una habilidad central para la formación de estudiantes de áreas como las ciencias, la tecnología, las matemáticas y las ingenierías, se debería entregar una mejor formación para posibilitar el aprendizaje de razonamiento científico a los estudiantes, de manera que puedan aplicar ese conocimiento, de manera efectiva a los problemas de la realidad (Bao et al, 2009).

Se ha planteado que el desarrollo del razonamiento científico se relaciona con niveles avanzados de pensamiento, en relación al estadio piagetano de operaciones formales, donde predomina el pensamiento abstracto (Piquart et al., 2010; (Rodríguez, Mena & Rubio, 2010). Es por lo anteriormente señalado que probablemente se relacione la enseñanza de las ciencias y del razonamiento científico, con metodologías tradicionales y centradas en la formalización de ideas, como la clase magistral (Ordoñez, 2014).

Sin embargo, el desarrollo de las habilidades científicas no puede estar desligada de actividades concretas, pues el trabajo científico requiere en la mayoría de los casos, de experimentación y manipulación de elementos de la realidad (Akarsu, 2010). Es por ello que se plantea la necesidad de buscar estrategias de enseñanza que permitan la aplicación práctica de las habilidades científicas, y así mismo, de las habilidades cognitivas implicadas en ellas. Algunos estudios sugieren

que el desarrollo de actividades aplicadas, como por ejemplo, las prácticas investigativas en los campos disciplinarios, son un factor situacional que promueve el uso de esas destrezas cognitivas (Ordoñez, 2014).

Se plantea que desde la perspectiva constructivista (y a diferencia de las perspectivas conductistas y/o cognitivistas) existe la comprensión de que el razonamiento es un puente que permite conectar el desarrollo cognitivo de la persona, con los elementos de la realidad, sin necesariamente aceptar esa realidad como situación predeterminada y predicha (Benito, 2009). Además, es posible desarrollar una mayor predisposición al razonamiento científico si desde la partida se trata al estudiante como un sujeto que piensa (Ordoñez, 2010), lo que además se relacionaría con mejores habilidades para lograr la transferencia del conocimiento, e incluso, en el logro de mayores niveles de rendimiento académico en los estudiantes (Bao et al., 2009).

Dicha perspectiva es relevante debido a que se plantea que el razonamiento científico permite sistematizar de manera ordenada y lógica un conjunto de informaciones de la realidad (Ding, 2014). Para ello, se define el razonamiento como un conjunto de estrategias, reglas y planes que permiten desarrollar explicaciones acerca de un fenómeno observado en la realidad (Lawson, en Ding, 2014). Se señala también que ayuda a juzgar la validez de las informaciones que se observan en la realidad, determinando cuales de ellas permiten llegar a un nivel de validez más certero (Bao et al., 2009).

Respecto a lo señalado anteriormente, un componente fundamental en dicho razonamiento es el pensamiento crítico, pues corresponde igualmente a habilidades cognitivas que permiten evaluar la validez de una información, permitiendo el nivel

de análisis necesario para ello. Así, se puede observar una relación entre las habilidades de pensamiento crítico y las de razonamiento científico (Altuve, 2010), que si bien no son lo mismo, comparten un conjunto de componentes cognitivos como la indagación y el análisis.

Buscar información, proponer hipótesis para solucionar con eficiencia problemas y generar conocimientos, son por hoy, estrategias y procedimientos normales de las actividades de profesionales y científicos, por lo cual es muy relevante que la formación universitaria pueda incorporarlas como competencias de los perfiles de egreso de sus estudiantes (Gutiérrez, 2002). Es fundamental que la educación universitaria pueda hacerse cargo de la generación de estas competencias, por cuanto es una de las instancias más pertinentes para ello por la cercana relación entre el desarrollo académico y la ciencia.

Aún más, para desarrollar el conocimiento científico es necesario saber cómo se construye dicho conocimiento, y para ello es relevante conocer la manera en que se maneja la información que lo constituye. Algunas habilidades para el logro de esta tarea son, entre otras, la habilidad de identificar datos y producir información, la habilidad de clasificar los datos en variables, la habilidad de analizar la probabilidad de ocurrencia y validez de los datos, la habilidad de inferir y generar conclusiones, la habilidad de aplicar el conocimiento y evaluar su validez, etc. (Gutiérrez, 2002).

De todas esas habilidades, se destacan dos, que están relacionadas con el pensamiento crítico, la indagación y el análisis hipotético, ya que permiten determinar la validez de las fuentes de la información, y evaluar las relaciones existentes entre los datos (Altuve, 2010), y forman parte de lo que se conoce como

Alfabetización Científica, definida por el Grupo de Expertos del área de Ciencias del PISA (Programme for International Student Assessment) como la capacidad de usar el conocimiento científico para identificar preguntas y para sacar hipótesis basadas en las pruebas, con el fin de entender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios realizados en él a través de la actividad humana (González, Martínez Larraín, Martínez Galaz, Cuevas & Muñoz, 2009). De este modo, las habilidades de indagación o búsqueda de información, y la de pensamiento probabilístico (también llamado razonamiento hipotético) son los elementos básicos del razonamiento científico.

2.2.1.- Indagación

La indagación es un proceso que se da en el pensamiento desde muy temprano en el desarrollo humano. Se conceptualiza como un proceso de pensamiento que permite la consecución de una meta, focalizada en buscar la construcción y deconstrucción del propio aprendizaje en la investigación, implicando el desarrollo de conocimiento y entendimiento de las ideas científicas (Camacho, Hermosilla & Finol, 2008). Es una actividad polifacética que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo que se conoce y qué falta por conocer, utilizar instrumentos para reunir y analizar datos, así como proponer respuestas, explicaciones y predicciones (Garritz, 2010).

De modo más focalizado, se define como un procedimiento adaptativo compuesto por actividades que conllevan a los estudiantes a realizar observaciones, plantearse preguntas, examinar diferentes fuentes de información, planificar investigaciones, recoger, analizar e interpretar datos; proponer explicaciones, predicciones, comunicar y socializar los resultados producto de los procesos sistemáticos desarrollados (Camacho et al., 2008). Garritz (2010) la define como un importante aporte al campo educativo, puesto que permite que los estudiantes desarrollen conocimiento y entendimiento de las ideas científicas en el manejo de sus aprendizajes.

El uso de la indagación no sólo debiera llevar a una mayor comprensión de conceptos científicos y al desarrollo de habilidades científicas, sino también a una mayor comprensión acerca de la misma Naturaleza de la Ciencia, de manera que se genere una comprensión del desarrollo del conocimiento científico y su relación con la sociedad (González et al., 2009).

El modelo indagativo (Miranda, Zambrano & Jelves, 2010) plantea que el docente es un agente activo en su propia formación, y asume que cuanto más conozca los orígenes y consecuencias de sus acciones, pueden existir más posibilidades de poder cambiarlas o fundamentarlas. El aprendizaje basado este modelo se basa en la teoría crítica y promueve un docente transformador de su realidad, a través de la reflexión de su práctica pedagógica y de los procesos científicos. A partir de ello, la idea de formación, pretende el desarrollo de los estudiantes en cuanto a la capacidad de reflexión y de pensamiento crítico frente a su realidad social y educativa (Miranda et al., 2010).

En el ámbito educativo pueden definirse diferentes tipos de indagación (Martin-Hansen, en Garritz, 2010):

- Indagación abierta: Tiene un enfoque centrado en el estudiante que empieza por una pregunta que se intenta responder mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la comunicación de resultados.
- Indagación guiada: El profesor guía y ayuda a los estudiantes a desarrollar investigaciones indagatorias en el salón o el laboratorio.
- Indagación acoplada: La cual acopla la indagación abierta y la guiada.
- Indagación estructurada: Es una indagación dirigida primordialmente por el profesor, para que los alumnos lleguen a puntos finales o productos específicos.

El término indagación científica ha sido utilizado ampliamente en la educación de las ciencias, por su cercanía con la búsqueda de datos válidos desde el mundo natural, la generación de hipótesis, y el diseño de investigación. Por otro lado, puede ser entendido como un objetivo de aprendizaje, una metodología de enseñanza o un enfoque pedagógico, es decir, un conjunto de conocimientos y creencias que guían la enseñanza de las ciencias. Como modelo de enseñanza parece ser especialmente beneficiosa en contextos escolares vulnerables, construyen la clase a partir de los intereses y preguntas de los propios alumnos

invitándolos a generar preguntas e hipótesis acerca de cuestiones cotidianas y de su entorno, para posteriormente apoyarlos en la elaboración y ejecución de diseños experimentales orientados a probar sus hipótesis y dar respuesta a sus interrogantes (González et al., 2009).

La relevancia de la habilidad indagativa para las ciencias es tan relevante, que se cuenta en Chile con un programa de Enseñanza de las Ciencias Basado en Indagación (ECBI), el que surge al año 2002 como producto de la colaboración entre el mundo científico, y el mundo docente y escolar para mejorar la preparación de los futuros científicos y lograr unir el conocimiento científico y el educativo (Devés & Reyes, 2007). Presenta un enfoque sistémico y comprende la intervención en las áreas de currículum, desarrollo profesional, materiales educativos, evaluación y participación de la comunidad (Mineduc, 2010).

ECBI implica que los estudiantes desarrollan progresivamente ideas científicas claves mientras aprenden a investigar, construyendo su conocimiento y comprensión del mundo que los rodea como parte y producto del mismo proceso. Se utilizan habilidades empleadas por científicos tales como hacer preguntas, recoger datos, razonar y revisar evidencia a la luz de lo que ya se conoce, extraer conclusiones y discutir los resultados, aplicándolas de manera contextualizada y dosificadas en relación al nivel evolutivo del estudiante (Devés & Reyes, 2007).

Este modelo propicia una propuesta didáctica cuyo objetivo es que los estudiantes accedan al conocimiento científico mediante el planteamiento de preguntas y predicciones, la observación, la inferencia, el establecimiento de relaciones, la experimentación -con sus fracasos y logros-, la discusión, interpretación y divulgación primaria de los resultados hasta llegar al registro y

esbozar diseños para la aplicación y utilización de sus aprendizajes (Mineduc, 2010). La indagación puede entenderse como una actividad multifacética que involucra hacer observaciones, formular preguntas, examinar libros y otras fuentes de información para saber qué es lo que ya se sabe, planear investigaciones, revisar lo que se sabe en función de la evidencia experimental, utilizar herramientas para reunir, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados. De esta manera, la indagación requiere de la identificación de suposiciones en la información, el empleo del razonamiento crítico y lógico y la consideración de explicaciones alternativas para la toma de decisiones.

Además de su impacto en las escuelas, se espera que el Programa ECBI afecte positivamente los programas de formación inicial de profesores de ciencias en las instituciones de educación superior, contribuyendo además a modernizar la enseñanza de la didáctica de las ciencias, y permita también acercar a los centros formadores universitarios al sistema escolar, vinculando al sistema educacional con la comunidad científica nacional e internacional, y finalmente generando una mayor unión entre las facultades de educación y de ciencias en cada universidad (Devés & Reyes, 2007; Mineduc, 2010).

2.2.2.- Pensamiento probabilístico

La probabilidad es un concepto matemático que se ha estudiado desde la época de la ilustración, implica el uso de procesos cognitivos de variadas

características, las que intervienen en el cálculo de la ocurrencia de un evento, tanto como en la determinación de clasificación de un valor en algún criterio categorial.

Es una manera de describir eventos que no pueden ser explicados mediante lógica causal o determinista, situándose en el límite de lo lógico y lo ilógico. Muchas veces el razonamiento probabilístico se ha trabajado de manera muy diferente a como se enseña matemáticas en la escuela (Langrall & Mooney, 2006).

Una medida de probabilidad se define como una familia de eventos que permiten determinar una serie de posibilidades, de modo que se pueda dar respuesta a una situación incierta. La teoría de las probabilidades ha sido usada tradicionalmente para analizar procesos cambiantes y repetitivos, sin embargo, también se ha usado para analizar eventos únicos, que no son fácilmente logrados dentro de la lógica formal.

El enfoque de razonamiento probabilístico implica considerar el uso de la lógica para responder en forma adecuada a ciertos problemas donde la información es incierta o incompleta, para ello usamos reglas de lógica que van dando origen a respuestas que pueden estar construidas en forma válida o inválida. Esta lógica puede ser tanto deductiva como inductiva; en el caso de la resolución de ejercicios matemáticos, el uso de las probabilidades sigue un patrón de pensamiento lógico deductivo, donde se analizan diferentes datos que presentan características más o menos cercanas a la respuesta que se busca. Por otro lado, en el caso de la resolución de problemas estadísticos, la lógica usada para el manejo de las probabilidades, es inductiva, pues da información acerca de la validez de los supuestos con los que se infiere la información (Araneda, Pino, Estrella, Icaza & San Martín, 2011). A partir de estas informaciones, el pensamiento probabilístico

debe darnos las propuestas hipotéticas para determinar la validez de las mismas (Espinoza & Sánchez, 2014).

Las hipótesis son en este sentido, herramientas de ordenamiento de los datos que son planteados en forma lógica para establecer posibles resultados. Para este fin presentan tres grandes funciones (Langrall & Mooney, 2006), la primera de ellas es discernir patrones de eventos de entre los datos que se presentan, la segunda es describir la regularidad de los patrones encontrados en los datos; finalmente, la última es determinar cuan estables son dichos patrones (consistencia).

La enseñanza de la Probabilidad en muchos contextos educativos, se limita por lo general a seguir los temas que se encuentran en los textos, siguiendo una metodología tradicional y deductiva, donde los contenidos se entregan de manera formal para que el estudiante los aplique individualmente a ejemplos simulados. Sin embargo, esta estrategia tradicional para enseñar Probabilidad, no es muy motivadora según Osorio, Suárez y Uribe (2013) y los estudiantes se pueden ver frustrados en su aprendizaje. Rodríguez et al. (2010) señalan en un estudio que el razonamiento tras los procesos de conocimiento físicos y matemáticos, genera mayor nivel de habilidades que el mero conocimiento de conceptos, lo que indicaría que estas habilidades se dan mejor en un ambiente de transferencia.

De igual modo, es necesario que la enseñanza de la probabilidad se desarrolle mediante proyectos de aula, donde se aplique a situaciones cotidianas del estudiante, de manera que éste pueda entender cómo se utilizan los procedimientos y reglas lógicas de esta herramienta; Espinoza y Sánchez (2014) encontraron, en un estudio con estudiantes de enseñanza básica y media, que las actividades de corte constructivista generaban mayor nivel de aprendizaje y

desarrollo de habilidades de razonamiento matemático, junto con una mayor motivación que estudiantes con una metodología tradicional. Por otro lado, se cuenta actualmente con aplicaciones informáticas que desarrollan la habilidad en contextos situados y son más motivadoras que las actividades tradicionales de enseñanza (Osorio et al., 2013).

En Chile, la enseñanza del pensamiento probabilístico en el sistema educativo se ha desarrollado a través del eje datos y azar de las bases curriculares emanadas del Ministerio de Educación. Dicho eje considera el tratamiento de datos y modelos para el razonamiento en situaciones de incertidumbre; en Educación Básica se busca desarrollar habilidades de lectura, análisis crítico e interpretación de información presentada en tablas y gráficos mediante estrategia de lectura de información, análisis y búsqueda de datos. En enseñanza media en cambio, este eje se propone el desarrollo de conceptos y técnicas propias de la estadística y de la teoría de probabilidades, para realizar inferencias a partir de información estadística y distinguir entre los fenómenos aleatorios y los deterministas o formales (Mineduc, 2009). Del mismo modo en que el curriculum del sistema educativo incorpora la temática de probabilidad como parte del conjunto de contenidos obligatorios de la formación básica y media, los estándares de Educación Media plantean en relación a la formación en matemáticas, que los docentes deben conocer y comprender, así como aplicar técnicas estadísticas que permitan el conteo, cálculo e inferencia de probabilidad en casos equiprobables y no equiprobables (Mineduc, 2012).

Si bien existen experiencia en países europeos y anglosajones, respecto a la incorporación de la enseñanza de las probabilidades en un marco de análisis

inferencial y estadístico, que promueve una aplicabilidad mayor de esta herramienta frente a situaciones reales (Araneda et al., 2011), en Chile se han encontrado pocas propuestas empíricas en esta línea.

2.3.- *Pensamiento crítico*

El pensamiento crítico es un concepto de difícil definición, puesto que se puede entender desde diversas perspectivas (Paul y Elder 2003), por un lado, como un proceso de pensamiento lógico y científico, por otro lado, como un proceso que permite reflexionar y filosofar, e incluso, como un tipo de respuesta contestataria o rebelde (López, 2012).

Se ha definido históricamente como un tipo de pensamiento elaborado, es decir, como un proceso cognitivo que implica evaluación y reflexión (Butler, 2012) que permite la construcción de un conocimiento nuevo, y la utilización estratégica del mismo en la solución de problemas presentes en la vida cotidiana (Black, 2012; Marin & Halpern, 2011). Es definido también como un tipo de proceso cognitivo complejo, integrado por subprocesos interrelacionados que permiten evaluar, procesar analítica y reflexivamente, enjuiciar y aceptar o rechazar, información producida en contextos sociales o en trabajos científicos (Tung & Chang, 2009).

Cassany (2005) define el pensamiento crítico como un modo de pensar en el cual el sujeto mejora la calidad de dicho proceso al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensamiento y al someterlas a estándares intelectuales (Paul & Elder, 2003). Se considera además como una habilidad de pensamiento que permite evaluar el mérito, la precisión, y/o autenticidad de la información que se está

aprendiendo o elaborando, por lo que resulta una habilidad importante para el desarrollo de profesionales científicos. Se le conceptualiza así mismo como un mecanismo cognitivo que filtra información respecto a intenciones ideológicas que acompañan a dicha información, mediante el continuo cuestionamiento de las prácticas de producción de conocimiento, y el reconocimiento de sus diferentes perspectivas (Montero, 2010; Yang & Chung, 2009).

Es un pensamiento orientado hacia la información y a la acción, en un contexto de resolución de problemas y en la interacción con otras personas (López, 2012; Daniel & Auriac, 2012). El pensamiento crítico es auto-dirigido, auto-disciplinado, autorregulado y auto-corregido, supone someterse a rigurosos estándares de excelencia y dominio consciente de su uso; implicando una comunicación efectiva y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas (Saiz & Rivas, 2008). Así mismo requiere de un compromiso de superar el egocentrismo y sociocentrismo natural del ser humano (Paul & Elder, 2003).

Se entiende también por pensamiento crítico, el comportamiento que cuestiona las cosas y se interesa por los fundamentos en los que se asientan las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos (Eterovich & Stiepovic, 2010). Asimismo, es considerado como un proceso sofisticado que incluye habilidades, disposiciones y metacognición (López, 2012).

A continuación, se presenta un cuadro que resume las principales definiciones sobre pensamiento crítico.

Tabla 1.

Definiciones sobre pensamiento crítico según diversos autores

Autor/año	Definición
Abrami, Bernard, Borokhovski, Wade, Surkes, Tamim y Zhang (2008)	Es la habilidad de comprometerse en un juicio autorregulado y con propósito, frente al conocimiento.
Paul y Elder (2003)	Es un modo de pensar sobre cualquier tema, contenido o problema, en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales
Facione (en Abrami et al., 2008)	Se caracteriza como un proceso cognitivo humano, como un juicio propositivo y autorregulado, resultado de un pensamiento no lineal, recursivo, en que las personas realizan juicios acerca de que creer o no creer en un cierto contexto.
Oyler y Romanelli (2014)	Es la habilidad de justificar los pensamientos preconcebidos que tenemos, así como las creencias que compartimos a través de una serie de preguntas específicas y dirigidas.
Dwyer, Hogan y Stewart (2014)	Es un proceso metacognitivo, que mediante un juicio propositivo y reflexivo, aumenta las oportunidades de producir una conclusión lógica para un argumento o resolución de un problema.
Daniel y Auriac (2012)	Es un tipo de pensamiento reflexivo y evaluativo que se orienta a lo que la persona piensa, cree y hace.
Marin y Halpern (2011)	Se entiende como un método propositivo, razonador y orientado a metas, que permite resolver problemas y tomar decisiones.
Villa y Poblete (En Eterovic y Stjepovic, 2010)	Es el comportamiento que cuestiona las cosas y se interesa por los fundamentos en los que se asientan las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos.
López (2012)	Es un tipo de pensamiento que se caracteriza por manejar las ideas, y su principal función no es generar ideas sino revisarlas, evaluarlas y repasar qué es lo que se entiende, se procesa y se comunica
Tiruneh, Verburgh y Elen (2014)	Es la habilidad de identificar los aspectos centrales y supuestos de un argumento, deduciendo (inferencia) conclusiones desde la información recabada, y evaluando la veracidad de la misma.
Ennis (en Yang, 2012)	Es un tipo de pensamiento razonado y reflexivo que está centrado en decidir que se debe creer o no creer.

Fuente: Elaboración propia

Como constructo complejo, el pensamiento crítico presentaría afinidad con otros conceptos relacionados con la capacidad reflexiva y evaluativa, como el sentido crítico, la racionalidad, y el pensamiento creativo. Se diferenciaría de ellos en tanto es una herramienta cognitiva que permite fortalecer y regular el propio

pensamiento como productor de conocimiento, más allá de ser una postura epistemológica como lo es el sentido crítico o postura crítica (Montero, 2010). Por otra parte, se distinguiría de la racionalidad y del pensamiento creativo, en tanto estos tipos de pensamiento serían más específicos que el crítico, el cual tomaría componentes de ambos; así, puede ser considerado como un proceso activo de análisis de opciones, que permite combinar ideas (Tung & Chang, 2009; Yang, 2012).

Se caracteriza por generar en la persona, un nivel de procesamiento cognitivo de alto nivel, centrado en habilidades de reflexión, comprensión, evaluación y creación; de este modo requeriría un alto desarrollo intelectual. Se ha encontrado evidencia de la relación entre pensamiento crítico y nivel intelectual, en una investigación con jóvenes estadounidenses, donde se señala que si bien no es una habilidad privativa de las personas intelectualmente dotadas, si se logra desarrollar de mejor manera con personas que presentan niveles intelectuales altos que con personas que presentan niveles intelectuales bajos, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (Sierra, Carpintero & Pérez, 2010). Sin embargo, se señala además que es una habilidad posible de desarrollar, ya que no se encuentran diferencias importantes entre quienes presentan un nivel intelectual promedio y quienes exhiben un nivel alto, en relación al desarrollo del pensamiento crítico.

Un pensador crítico se caracteriza por saber formular problemas y preguntas vitales, tener claridad y precisión respecto a la información, acumular y evaluar información relevante, usar ideas abstractas para interpretar esa información efectivamente, llegar a conclusiones y soluciones, probándolas con criterios y

estándares relevantes, pensar con una mente abierta dentro de los sistemas alternos de pensamiento, reconocer y evaluar según sea necesario, los supuestos, implicaciones y consecuencias prácticas, y al idear soluciones a problemas complejos, se comunica efectivamente (Madariaga & Schaffernicht, 2013; Paul & Elder, 2003).

Se observa además la existencia de dos tradiciones epistemológicas y conceptuales que dan origen a distintos modelos con que es posible orientar las experiencias de pensamiento crítico (Akdere, 2012; Saiz & Fernández, 2012). Entre estos modelos se puede señalar que existen dos fuertemente trabajados, por un lado, el llamado psicológico cognitivo, donde predominarían procesos cognitivos concretos, incorporando habilidades que permiten el logro de un pensamiento productivo y creativo (Valenzuela, 2008), como la interpretación, el análisis, la evaluación, la inferencia, la explicación y la autocorrección (Black, 2012; Olivares y Heredia, 2012; Saadé, Morin & Thomas, 2012). Permite además la identificación y medición de estos elementos de modo objetivo, ya que los instrumentos construidos se centran en situaciones que permiten reconocer estos procesos. Se puede considerar esta línea más ligada a la concepción tradicional del pensamiento crítico (Akdere, 2012).

Por otra parte, está el llamado educacional o de resolución de problemas, que se relaciona con experiencias que buscarían el logro de habilidades más complejas y holísticas, como el enjuiciamiento, la comprobación de hipótesis, la toma de decisiones y la solución de problemas en entornos socioculturales. Este modelo prioriza dotar a la persona de una herramienta efectiva de adaptación a sus necesidades y se ha trabajado en relación (Beltrán y Torres, 2009).

También es relevante señalar que desde el modelo educativo o de resolución de problemas, se han señalado componentes relevantes como la toma de decisiones, habilidad que se encuentra relacionada con la resolución de problemas, y se centra en la evaluación de la información y su uso en una decisión posterior frente a una situación conflictiva para la persona (Olivares y Heredia, 2012; Antequera, 2011). Este componente implica habilidades de toma de decisiones, creatividad y análisis, utilizadas en un juicio evaluativo sistemático que permitiría a los estudiantes buscar las mejores soluciones (Tiwari, Lai, So y Kwan, 2006).

Por otro lado, algunos autores señalan la presencia de un componente no cognitivo en el pensamiento crítico que sería la disposición o motivación (Saiz y Rivas, 2008; Marin y Halpern, 2011). Este componente sería fundamental para el logro de esta habilidad, pues se plantea que aun cuando se disponga de las funciones cognitivas señaladas, si la persona no desea o juzga que no es conveniente aplicar el pensamiento crítico, este no se manifiesta en forma adecuada (Rivas y Saiz, 2008).

En el presente estudio se considerará como marco epistemológico y conceptual el primer modelo, el llamado cognitivo, pues está en mayor consonancia con las variables consideradas.

Desde el modelo de Saiz (2002), el pensamiento crítico se centra en el razonamiento, el cual está vinculado al proceso de análisis de la información, permite la propuesta y revisión de hipótesis para comprender las relaciones entre los elementos que componen una información, así como la relación entre esa información y sus consecuencias. Como segundo elemento, se puede indicar que la habilidad argumentativa, considerada como la capacidad de organizar

información válida y pertinente en torno a un argumento lógico, que permita la comunicación de la información. Finalmente se incluye la capacidad de tomar decisiones, utilizando argumentos evaluados y validados a través del razonamiento.

Para otros autores como Mercier y Sperber (2011), el proceso de razonamiento es argumentativo, ya que se centra en determinar argumentos que permitan organizar o construir representaciones que permitan al ser humano poder comprender y resolver situaciones que le demanda su medio social y natural; sin embargo, el razonamiento puede ser intuitivo (inferencia intuitiva) o argumentativo (centrado en fundamentos). Según interpreta Santibañez (2014) de la postura de Mercier y Sperber, ambos son procesos con características diferentes, donde se puede desarrollar un razonamiento sin apoyo de la reflexión (heurísticos o sesgos), o por el contrario, con una capacidad reflexiva y evaluativa, que sería a juicio del autor, la esencia de la argumentación.

Lo anterior podría plantear que pensar críticamente y argumentar son lo mismo, sin embargo, De Govier (2010) y Saiz (2002) plantean que, aun cuando son procesos relacionados con el razonamiento, sus finalidades son diferentes, ya que la argumentación busca determinar un conjunto de premisas que establezcan un juicio validado, y que permita defender la conclusión que sustentan, e incluso hacerla prevalecer frente a otras; el pensamiento crítico sería, por otro lado, el proceso reflexivo y evaluativo que sustenta el proceso argumentativo, permitiendo decidir cuando el argumento es lo suficientemente válido.

A riesgo de simplificar ambos procesos, pero en la necesidad de establecer límites claros entre ambos, se puede plantear que hay dos grandes tradiciones que representan el proceso argumentativo de modo diferente (Santibañez, 2014), una

de corte estructural, centrada en el reconocimiento y validación de los argumentos como unidades lingüísticas, y otro de corte funcional, que la plantea como un proceso dinámico de utilización de los argumentos (Tamayo, 2011). La primera perspectiva marca con mayor claridad que la segunda las diferencias entre argumentación y pensamiento crítico, por cuanto señala que la identificación y análisis de los argumentos es el pensamiento crítico (Saiz, 2002; Tamayo, 2011), mientras que su utilización en contextos de interacción social es la argumentación. Por otro lado, en la segunda perspectiva, ambos procesos son mucho más dinámicos y de ahí la dificultad de diferenciarlos.

Yang (2012), señala que en el pensamiento crítico, el uso de razonamiento reflexivo implica determinar si los argumentos son coherentes, si están basados en razones fundamentadas en opiniones personales, evaluando además la calidad y cantidad de ese fundamento. Esta dimensión de control del pensamiento, sería otro aspecto que lo diferencia de la argumentación.

A manera de síntesis, se puede señalar que para este estudio se entenderá el pensamiento crítico como una habilidad cognitiva de alto nivel, que permite a la persona identificar y evaluar información del medio, analizarla para generar hipótesis válidas, y tomar decisiones respecto a cómo expresar dicha información, en base a lo anterior.

2.3.1.- Programas de promoción del pensamiento crítico

Los enfoques señalados anteriormente, han derivado en una serie de propuestas y modelos para el desarrollo de esta habilidad. Por un lado, programas que se encuadran en el enfoque cognitivo más tradicional, mientras que otras, se enmarcan en el enfoque de resolución de problemas.

2.3.1.1.- Modelos centrados en habilidades cognitivas

Estos modelos están situados en un enfoque más bien tradicional de la psicología, centrado en la identificación de habilidades cognitivas específicas o focalizadas de pensamiento, que buscan el desarrollo de estrategias que promuevan un proceso de reflexión de las ideas que permitiría mejorar la comprensión. Se han encontrado resultados favorables en el desarrollo de habilidades cognitivas, en la aplicación de estos programas comparando individuos que han participado en los programas con otros que no lo han hecho (Harada, 2009; Trickey & Topping, 2013; Gorard, Siddiqui & Huat, 2015)

Uno de los programas que se han desarrollado bajo esta lógica es el de Filosofía para niños de Lipman, que se centra en el desarrollo de habilidades para cuestionar lo que los niños y niñas aprenden y manejan como información. Su objetivo es hacer accesible el proceso de investigación filosófica para niños y niñas puesto que, por un lado, se valora el reconocimiento de los derechos de los niños y

jóvenes como pensadores, permitiéndoles ser partícipes de los logros de la cultura humana (Carmona, 2005).

Otro programa que se ha trabajado en esta línea ha sido desarrollado principalmente por Toulmin (Rex, Thomas & Engel, 2010), el cual se ha centrado mayormente en la habilidad de razonar mediante el uso de argumentos, enfocándose en el desarrollo de razonamientos que mediante una justificación de sus bases, pueden generar afirmaciones que son contrastadas con datos o probabilidades de error (refutaciones), y si se logra responder adecuadamente a la refutación, se tiene una afirmación efectiva. Mediante este modelo, los docentes pueden motivar a los estudiantes a encontrar evidencias que permitan fundamentar una idea. Se aprende que una argumentación depende de un conjunto de relaciones que pueden ser precisadas y examinadas y que el lenguaje de la razón está presente en todo tipo de discurso (Harada, 2009).

En una línea similar se encuentra el desarrollo de habilidades metacognitivas, que se orienta al desarrollo de estrategias que permitan analizar las decisiones que deben tomar los estudiantes frente a sus actividades de aprendizaje, o a la resolución de un problema, lo que permitiría que el alumno dirija su pensamiento para supervisar y controlar lo que piensa y hace (Valenzuela, 2008). Este tipo de experiencias se enfocan en trabajar la planificación de actividades, organizando de manera reflexiva las tareas y sus requerimientos; permite así mismo analizar información desconocida, buscando vías y mecanismos para encontrarla; así como el reconocimiento de habilidades y el uso estratégico que tienen aquellas para el aprendizaje efectivo.

En esta misma dirección se encuentra además el método de pensamiento verbalizado (Think Aloud) en donde los estudiantes deben decir en voz alta (verbalización), aquellas ideas y razones que surgen del proceso de aprendizaje, y muestran los procesos cognitivos evocados en la tarea que realizan, lo que les permite hacer conscientes sus procesos cognitivos y motivacionales (Ku & Ho, 2010).

2.3.1.2.- Modelos centrados en la resolución de problemas

Estos modelos que se presentan a continuación, difieren de los anteriores en que son modelos más holísticos, que comprenden el proceso de pensamiento crítico desde una estructura multidimensional, donde se encuentran de forma complementaria, los procesos cognitivos, metacognitivos y motivacionales (Olivares et al., 2013; Sánchez, 2012). Algunos estudios (Heijltjes, Van Gog & Paas, 2014; Saiz & Rivas, 2012; Tiwari et al., 2006) han señalado que el uso de la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP), presenta una evaluación mayor en desarrollo de habilidades de pensamiento crítico que los centrados en actividades tradicionales o en habilidades de pensamiento generales.

Plantean que una manera de desarrollar aprendizajes significativos a través del pensamiento crítico, se da en base a situaciones que lleven a problematizar al estudiante y le motiven a plantear sus propias soluciones, las que deben ser argumentadas y reflexionadas, lo que establecería una estrecha relación entre el pensamiento crítico y el ABP (Olivares & Heredia, 2012; Antequera, 2011).

El uso de estrategias de problematización o el uso de experiencias formales de ABP serían instancias de fomento de pensamiento en base al desarrollo de “Heurísticos”, o estrategias que permiten procesar información para lograr un resultado, centrándose más en cómo se logra la resolución y no tanto en el producto logrado.

Una de las experiencias que se ha utilizado es el programa CoRT (Cognitive Research Trust, traducido como Investigación Cognitiva Confiable), desarrollado por De Bono (2009), se basa en la distinción entre pensamiento lateral, el que es impredecible, no limitado por convenciones, ni necesariamente secuencial; y el pensamiento vertical, de características opuestas al anterior (De Bono, 2009).

Otra experiencia en el desarrollo de pensamiento crítico sustentado en la resolución de problemas es la llamada SPRI, que se deriva de Situación, Problema, Resolución, Información (SPRI). Esta es una herramienta que permite desarrollar un conocimiento en base a la construcción de información fundamentada, implicando que el estudiante tenga conocimientos previos del tema a tratar, sin embargo, facilita en el estudiante el rigor intelectual y la organización de sus conocimientos (Parra & Lago de Vergara, 2003).

Otro modelo que se ha desarrollado es ASARPIC, que deriva su nombre de Aprendizaje Significativo a través de la Resolución de un Problema Integrador y Contextualizado (Sánchez, 2012), enfocado en el logro de un aprendizaje significativo a través de la resolución de un problema integrador y contextualizado. Este es un modelo para la enseñanza de las habilidades del pensamiento que permite su transferencia a través de los dominios del conocimiento, los que consideran cuatro componentes: el actitudinal o de disposición; la instrucción y la

práctica de las habilidades del pensamiento crítico; actividades de transferencia a través de los contextos y el componente metacognitivo usado para dirigir y evaluar el pensamiento.

Finalmente, otro de los modelos que ha seguido esta perspectiva es el llamado ARDESOS (Saiz & Rivas, 2011) cuyo nombre deriva de argumentación, decisión y resolución de problemas en la vida diaria, que serían los procesos subyacentes del modelo (Argumentation, Decision, Solving problems in daily Situations). Este programa se enfoca en enseñar las habilidades que se consideran esenciales para el desarrollo del pensamiento crítico y su utilización en actividades cotidianas de la persona (Saiz & Rivas, 2011). Para lograr esto, se hace necesario usar el razonamiento, así como buenas estrategias de resolución de problemas, con el fin de generar una adecuada toma de decisiones.

2.3.1.3.- Modelos de dominio específico de pensamiento crítico

El desarrollo de las estrategias formativas para promover el pensamiento crítico en estudiantes, de esta perspectiva surge de la crítica de McPeck (en Bensley & Spero, 2014), según la cual, no se puede desarrollar esta habilidad, como se plantea en los otros modelos, considerando la existencia de habilidades globales de pensamiento, transferibles a cualquier área. Lo anterior se debe a que todo pensamiento requiere de un foco o contenido específico sobre el cual desarrollarse.

Se plantean cuatro grandes aproximaciones (Tiruneh et al., 2014), una de ellas llamada general, que se centra en que el pensamiento crítico puede enseñarse

separadamente de cualquier materia o disciplina, como una habilidad particular; otra aproximación llamada de infusión, que plantea que es mejor enseñar las habilidades de pensamiento crítico en relación a temas o materias específicas, pero con instrucciones directas y explícitas para su desarrollo; una tercera llamada de inmersión, que plantea, al igual que la anterior, una relación con temas o materias específicas, pero donde la enseñanza de las habilidades se da de manera implícita. Finalmente existe la llamada mixta, que es una mezcla de la aproximación general con la de infusión, o con la de inmersión (Enis, en Tiruneh et al., 2014). El uso de una u otra modalidad de instrucción podría estar relacionada a perspectivas teóricas o ideológicas de los investigadores o promotores de experiencias en pensamiento crítico (Marin & Halpern, 2011).

Las experiencias de tipo general o de inmersión, se centran en adaptar las técnicas y habilidades del pensamiento crítico a las estrategias instruccionales, para así trabajarlas en el aula, es decir, instauradas curricularmente, tienen la dificultad que tanto las tareas de escritura, como el feedback del instructor afectan positivamente al desarrollo de la capacidad de pensamiento crítico en los alumnos; así mismo el asignar a los alumnos trabajos basados en proyectos independientes de investigación, trabajar en un proyecto de grupo, dar una presentación al grupo de clase, y examinarse por medio de un ensayo parecen ser actividades que desarrollan más el pensamiento crítico (López, 2012). Lo que tienen en común las técnicas instruccionales mencionadas anteriormente es que permiten a los alumnos construir sus propias respuestas ante preguntas, problemas o retos a partir de la reflexión, más que la mera realización de tareas de memorización, reconocimiento y selección de respuestas correctas.

Por otra parte, los programas de infusión directa consisten en la incorporación de reglas, principios e instrucciones sobre cómo desarrollar las habilidades de pensamiento crítico, realizar ejercicios de aplicación de las habilidades, y dar retroalimentación formativa derivada de una evaluación, demostrado una gran efectividad en el moldeamiento de habilidades de pensamiento crítico, pues mantienen coherencia entre la habilidad desarrollada en el programa las actividades que permiten ponerla en práctica y la evaluación que se hace de ella (Bensley & Spero, 2014).

Algunas investigaciones (Marin & Halpern, 2011; Tiruneh et al., 2014) y meta-análisis (Abrami et al., 2008), han señalado diferencias entre las distintas aproximaciones respecto a la efectividad en la enseñanza de las habilidades de pensamiento crítico. En tres estudios analizados en estudiantes de secundaria y primer año de universidad, se encontró que aquellos estudiantes que participaban en programas de instrucción directa (infusión), tenían mejores resultados en las evaluaciones de habilidades de pensamiento crítico, que las de aquellos que participaban en programas de modalidad general o de inmersión (Tiruneh et al., 2014).

De manera similar, se encontró en una comparación entre grupos de estudiantes que participaron en una modalidad de instrucciones explícitas, versus una modalidad implícita, diferencias significativas en favor de los primeros, respecto al desarrollo de habilidades como al nivel de transferencia a situaciones cotidianas (Marin & Halpern, 2011).

2.3.2.- Programas de desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes universitarios

En este apartado se presentan investigaciones que muestran de modo empírico la manera en que se ha trabajado el pensamiento crítico en estudiantes de pedagogía o docentes en ejercicio; así también, se buscó información sobre la modalidad de infusión directa, pero en estudiantes universitarios en general; esto dado que no se han encontrado estudios que desarrollen pensamiento crítico mediante esta metodología en estudiantes universitarios de pedagogía. Para ello se analizó las bases de datos PsycLit, EBSCOHOST, Scopus y la Web of Science (WOS), donde se utilizó como descriptores pensamiento crítico, razonamiento científico, y en inglés, critical thinking, scientific reasoning, infused thought techniques.

Se obtuvieron 15 estudios que respondían a estos descriptores, de los cuales solo 11 respondían al tipo de enfoque que se está investigando. De los estudios seleccionados, ocho corresponden a experiencias con estudiantes de pedagogía, licenciatura en educación o docentes del área de ciencias en ejercicio, mientras que los otros tres, corresponden a experiencias realizadas con estudiantes universitarios de otras áreas, pero con la modalidad de infusión directa.

2.3.2.1.- Programas de pensamiento crítico en pedagogía

Se describen siete estudios que detallan el trabajo en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de pedagogía o en docentes en ejercicio.

a.- Programa de pensamiento crítico con estudiantes de licenciatura en historia.

Este estudio de Díaz-Barriga (2001), desarrolló un programa de intervención con estudiantes y docentes de bachillerato en historia universal en México. Trabajó con tres docentes y 190 estudiantes (divididos en tres grupos), en un programa de base constructivista, y orientado a desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes mediante el trabajo de los docentes; se realizó una evaluación inicial (pretest) para los tres grupos. Posteriormente se desarrolló un curso de capacitación para los docentes de los cursos, en el que se utilizaron estrategias didácticas colaborativas, centradas en la argumentación de la información y desarrollo de juicio crítico. Se aplicó la experiencia nuevamente al semestre siguiente, con la capacitación a los docentes ya finalizada.

Los resultados fueron recolectados de manera cualitativa y cuantitativa, a partir de una evaluación de respuesta abierta sobre el contenido del curso, que medía tanto el nivel de manejo de contenido, como el dominio de habilidades de pensamiento crítico (razonamiento, argumentación y juicio); se plantea que en una primera fase de la intervención los tres grupos de estudiantes lograron avanzar en el manejo del contenido, aunque no en las habilidades de pensamiento crítico. En la evaluación final (postest), se compararon los resultados de ambas evaluaciones,

encontrándose que el trabajo con los docentes (capacitación) era prioritario para el logro de dichas habilidades, encontrándose diferencias significativas entre ambas mediciones, pero más a nivel de manejo de conocimientos ($t=-1.427$; $gl=189$; $sig.=.00$) que de pensamiento crítico en sí ($t=-1.89$; $gl=189$; $sig.=.061$).

b.- Programa de transferencia en pensamiento crítico con docentes y estudiantes de pedagogía

Guzmán y Sánchez (2006) desarrollaron un programa de intervención con docentes universitarios para fomentar habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de pedagogía de una universidad mexicana. Trabajaron con 437 estudiantes, a través de un diseño cuasi experimental con grupo experimental y control, evaluándose el nivel de habilidad en pensamiento crítico al inicio y al final del curso. El grupo experimental tuvo como docentes a profesores que participaron de un proceso de formación en desarrollo de pensamiento crítico, que debían implementar en sus clases, y para ello se generó un proceso de observación de sus prácticas docentes.

Se obtuvieron los datos mediante procedimientos cuantitativos y cualitativos, utilizando un cuestionario estandarizado en el primer caso, y observaciones de clases en el segundo. El instrumento utilizado en la parte cuantitativa fue la prueba de California del Pensamiento Crítico de Facione, forma A, en versión española; este instrumento es una prueba de respuestas cerradas, y mide el constructo en base a cinco dimensiones, análisis, evaluación, inferencia, inducción y deducción. Presenta un nivel de confiabilidad medida con alfa de Cronbach que va de .70 a .75 según algunos estudios (Guzmán y Sánchez, 2006). Para la fase cualitativa se

realizaron observaciones a todos los grupos, estas observaciones fueron no participantes, estructuradas, y tuvieron una duración de 90 minutos.

Los resultados muestran diferencias significativas en las dimensiones que mide esta prueba $F_{ev}(1,430)=9.25$, $p= .00$; $F_{inf}(1,430)=4.27$, $p= .04$; $F_{ind}(1,430)=8.28$, $p= .00$; $F_{ded}(1,430)=5.24$, $p= .02$, con excepción de la habilidad de análisis $F_{an}(1,430)=.24$, $p= .62$. Además, las observaciones de las prácticas docentes también mostraron mejores estrategias en los maestros que habían tomado el programa de capacitación, concluyéndose que la capacitación docente puede mejorar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes.

c.- Desarrollo de pensamiento crítico mediante estrategias dialógicas en estudiantes de pedagogía

En otro estudio, Mota de Cabrera (2010) desarrolló una experiencia en pensamiento crítico, con un grupo de 25 estudiantes de pedagogía de una universidad venezolana, mediante actividades de lectura, discusión y lectura a partir de textos donde debían aplicar estrategias críticas dialógicas orientadas por el docente a cargo del curso, que se extendió durante 16 semanas. Dicho curso trabajó a través de estrategias de presentación de temas controversiales y su argumentación a favor o en contra, teniendo como base, actividades de lectura y escritura; frente a los que los estudiantes debían debatir.

Se evaluó el desarrollo de habilidades de argumentación y crítica al finalizar el proceso, mediante estrategias cualitativas; los estudiantes debían mostrar a través de presentaciones escritas y textos, una argumentación de los temas que

trabajaban en sus clases, así como reflexiones de los textos que utilizaban, siendo evaluados por el docente a cargo y por sus propios compañeros, sobre la base de criterios predefinidos por el docente. El resultado final del curso mostró un incremento en las habilidades de argumentación y reflexión de la información, “a través de la aplicación de esta estrategia pedagógica se logró involucrar a los estudiantes en diferentes ejercicios de análisis, síntesis, evaluación, creación y metacognición; todos ellos relacionados con procesos de pensamiento de orden superior” (Mota de Cabrera, 2010:18).

d.- Desarrollo de la metacompetencia de pensamiento crítico a través del E-diario.

Por su parte, Reguant (2011) en España evaluó el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de Pedagogía en Educación Física, en el practicum de formación de profesores, a través de una herramienta online (e-Diario); recurso tecnológico consistente de una plataforma virtual de intercambio que permite que los estudiantes analicen sus acciones y decisiones través de la escritura de un diario, dialogado en varios foros de discusión potenciando el aprendizaje colaborativo y la coevaluación formativa. La investigadora siguió a los estudiantes durante dos semestres, analizando el material online, y evaluó el desarrollo de habilidades de argumentación, reflexión, y autorregulación del aprendizaje.

El método de análisis se realizó mediante predominantemente a través de estrategias cualitativas, se aplicó estrategias de revisión documental a los textos que trabajaron los estudiantes, observaciones al curso, y entrevistas a 10 estudiantes en la evaluación inicial. Para la evaluación final de la experiencia, se aplicó entrevistas a los mismos estudiantes, y un cuestionario estructurado de

autopercepción a todo el curso. Los resultados muestran un desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico y reflexivo a partir de la experiencia realizada. Se observa que las habilidades relacionadas al pensamiento crítico aumentan en los aportes de los participantes respecto a su percepción de uso del pensamiento crítico (5,5 inicial; 9,7 final); las entrevistas señalan (en todos los casos, menos dos participantes) que se han desarrollado habilidades para analizar reflexivamente la propia práctica y la de los demás, logrando además metacognición, habilidades cognitivas de análisis, y sensibilidad al contexto; p. ej:

El hecho de que te den opciones distintas te hace ver que hay opiniones para todo y que a veces lo que tú piensas no es lo mejor, y que incluso estando muy bien puedes unir lo que piensan distintas personas para encontrar una nueva forma de verlo mucho más completa y mejor (Mota de Cabrera, 2010:317).

e.- Pensamiento crítico en estudiantes de diferentes carreras de magisterio

Otro estudio en España, de Ramos y Hoster (2010) aplicó y evaluó metodologías de enseñanza y aprendizaje centradas en el alumno para desarrollar competencias profesionales, entre ellas, la de pensamiento crítico. Sus participantes fueron dos cursos de estudiantes de magisterio, uno mixto compuesto por estudiantes de Educación Especial, Musical y Lengua Extranjera (39) y el otro de Educación Infantil (73).

La metodología utilizada en el curso fue mixta, considerando actividades de autoevaluación y coevaluación entre los estudiantes, donde se promovieron competencias profesionales en el ámbito de evaluación, cada estudiante además

lleva un registro de su autoevaluación para analizar su nivel de logro en las competencias. Además, los participantes deben contestar cuestionarios online para ver el desempeño de los temas, y una entrevista.

Los resultados de los cuestionarios señalan que el nivel de metacognición derivada de la autoevaluación se acerca a la estimación del desempeño que tiene la docente del curso, por lo que se interpreta que los estudiantes habrían logrado esa competencia. Respecto a la disposición de autoevaluarse y ser crítico, se observa una alta disposición a la tarea junto con una alta cantidad de horas para su realización, lo cual es adecuada para los parámetros esperados por los investigadores (63% de valoración de la autoevaluación; uso de 17 hrs. de trabajo, frente a las 20 hrs. que se habían estimado). El aspecto más deficitario del curso se centraría en la implicación del estudiante frente a la autoevaluación que se observaría baja y con implicancias de superficialidad (62% prefiere hacerlo rápido para terminar la tarea). Se concluye que hay una valoración contradictoria pues aun cuando la evaluación de las competencias se ve útil y necesaria, se evalúa como una tarea difícil y compleja. Se observa un alto gasto de tiempo en lograr las habilidades de pensamiento crítico.

f.- Habilidades de pensamiento crítico en docentes de pedagogía.

En una investigación desarrollada por Miranda (2003) en Chile, se buscó aportar una mirada descriptiva y comparativa al proceso de construcción de conocimiento social sobre el Programa de Pasantías al Exterior (PBE) y la utilidad que este puede tener para el desarrollo profesional de los docentes de Educación General Básica del país. Los participantes fueron docentes chilenos que formaron

parte de un programa de perfeccionamiento en el extranjero y en el país, se trabajó con una muestra de 352 docentes, se aplicó un diseño cuantitativo, cuasi experimental con grupo experimental y grupo control (grupo experimental 1, pasantía, con 80 sujetos; grupo experimental 2, curso, con 71 sujetos; grupo control, con 71 sujetos).

Los profesores fueron evaluados al inicio y al término de la aplicación experimental con el instrumento Tareas de Pensamiento Crítico (TPC), desarrollado por el Educational Testing Service de Estados Unidos, en una versión en español desarrollada por el autor (Miranda, 2003). Dicho instrumento consta de 14 preguntas de respuesta abierta, organizados en tres dimensiones (Indagación, Análisis y Comunicación), presenta un nivel de confiabilidad adecuada, medida por el alfa de Cronbach, con un valor entre .75 a .78.

Los resultados muestran que los docentes que participan del programa obtienen mayores puntuaciones en el postest, que los del grupo control, lo cual evidenciaría la influencia de este tipo de intervención en el desarrollo del pensamiento crítico. Se plantea que los maestros realizan de mejor manera tareas en la dimensión Comunicación (4,4) y realizaciones promedio menores en las dimensiones Análisis (3,5) e Indagación (3,1) (escala de 1 a 6). El GE 1 (pasantía) obtuvo puntajes similares a la muestra del grupo control y GE 2 (curso) en todas las dimensiones y en el puntaje total, lo cual reafirma la equivalencia de los grupos al momento de iniciada la intervención.

g.- Programa de pensamiento crítico en docentes de química.

Tenreiro y Márquez (2006) desarrollaron un estudio en Portugal de actividades de laboratorio para la promoción de pensamiento crítico, para ello capacitaron a docentes de química de un establecimiento escolar de Lisboa. Se trabajó con cinco docentes de ciencias de enseñanza básica, y dos investigadores. Se capacitó a los docentes en temáticas de formación en ciencias, desarrollo de actividades de laboratorio en base a habilidades de PC, y la implementación de las actividades con estudiantes. Los procedimientos utilizados fueron cualitativos, centrados en observación de clases de laboratorio, y una discusión grupal de las experiencias entre los estudiantes y entre los docentes.

Se observa en los alumnos, tanto en los registros de observación como en las entrevistas, un cambio en la valoración de las actividades, al comienzo considerándolas difíciles y luego valorándolas por ser interesantes y desafiantes, se observa el uso progresivo de habilidades de pensamiento crítico en las observaciones científicas “Progresivamente los alumnos fueron siendo (sic) capaces de oír y aceptar las ideas de los otros y de presentar y defender las suyas propias sobre el contenido” (Tenreiro & Márquez, 2006:460). En los docentes se encontró satisfacción con las actividades realizadas y valoración positiva de la experiencia considerándola novedosa y efectiva, se rescata el logro de las habilidades observadas en los alumnos como elemento que señala la efectividad de la experiencia “Afirman que el conocimiento adquirido sobre estas actividades.... les ayudó al cambio venciendo la tendencia a actuar según el marco tradicional del trabajo de laboratorio tipo receta y de “respuesta cierta” (Sic)” (Tenreiro & Márquez, 2006:460).

h.- Pensamiento crítico en actividades curriculares de estudiantes de licenciatura en educación.

El último estudio, de Díaz y Quiroz (2003), plantea una propuesta de intervención para desarrollar pensamiento crítico pedagógico mediante actividades curriculares, trabajando con estudiantes de licenciatura en educación de una universidad colombiana. Las autoras señalan haber trabajado con un grupo intacto conformado por estudiantes de licenciatura, aun cuando no especifican el número de participantes; utilizando una metodología mixta, cualitativa-cuantitativa de diseño paralelo. Los participantes fueron evaluados antes y después de la intervención a través de un instrumento edumétrico construido por las investigadoras ad-hoc para el estudio, siendo además, evaluados durante el proceso de intervención mediante estrategias cualitativas que analizaron su desempeño. La intervención consistió de sesiones de análisis de información relacionada a teorías educativas, donde los participantes debían identificar supuestos, reflexionar sobre la relación y coherencia de la información, reconocer aspectos ambiguos y contradictorios, proyectar posibles consecuencias y alternativas de acción, y formular una evaluación crítica global (Díaz & Quiroz, 2003).

Los resultados muestran que la evaluación pre y posttest mostró una diferencia significativa con $t(2,42)=29,63$, $p < 0,05$; a favor del desempeño del posttest, lo que a juicio de las autoras denotaría un impacto positivo de la intervención. Sin embargo, como no se trabajó con grupo control ni se aplicaron otras estrategias de control de variables, el resultado debe ser visto con moderación. A nivel cualitativo, se observa un buen desarrollo de habilidades cognitivas implicadas en la

abstracción, síntesis, análisis de coherencia y ambigüedad de la información, así como de la identificación de supuestos, lo que plantearía que el trabajar esta habilidad con los estudiantes, sería beneficioso para su proceso de aprendizaje (Díaz & Quiroz, 2003).

2.3.2.2.- Experiencias de infusión directa del pensamiento crítico

En este apartado se muestran experiencias que, si bien no se enfocan completamente en estudiantes de pedagogía, si han trabajado con estudiantes universitarios, bajo la modalidad de infusión directa (o instrucciones explícitas), lo cual es relevante para el programa que se ha diseñado en este estudio.

a.- Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes universitarios de química.

Se desarrolló un programa con estudiantes de química de una universidad norteamericana para mejorar el razonamiento científico y crítico, basado en el desarrollo de habilidades de búsqueda de información y habilidades de escritura científica, mediante instrucciones directas a través del protocolo ChemTap (protocolo de asesoramiento en tesis en química). Se trabajó con un total de 239 estudiantes que estaban por graduarse y otros que aún no se graduaban de la carrera de química en la Universidad Duke.

El programa se desarrolló en tres fases, tomadas éstas como grupos de medición, una primera fase sin el curso de preparación de tesis, una segunda fase

con el curso de preparación de tesis tradicional y una tercera fase con curso y apoyo del protocolo.

Para evaluar el desarrollo de las habilidades de razonamiento se utilizó el protocolo ChemTap, consistente en una rúbrica de 13 dimensiones que evaluaba las habilidades escritas de los estudiantes, el razonamiento científico, y las habilidades básicas de investigación. Cada dimensión se evaluó con puntajes que van de 1 a 5, donde 1 es considerado como un desempeño incompleto y bajo los estándares de preparación, mientras que 5 corresponde al nivel de mayor competencia (Dowd, Roy, Thompson & Reynolds, 2014). Cada protocolo de evaluación fue analizado por dos jueces distintos, los que promediaban sus puntajes, y consensuaban en caso de una discrepancia demasiado alta. Si bien no se reportan indicadores de confiabilidad o validez estadística, se señala en el estudio que el nivel de correlación de los jueces evaluadores fue alto, alcanzando un índice de Pearson de 0.81 para el protocolo completo, con rangos entre 0.53 y 0.78 para las dimensiones.

Los resultados muestran para el grupo que participó de la fase de curso, una relación significativa entre el razonamiento científico y de argumentación y desarrollo del curso con protocolo ChemTap, mostrando en el grupo que participó en la experiencia, una incidencia del programa en la habilidad de razonamiento científico y argumentación crítica en sus tesis ($\beta = 0.365$, $p = 0.014$); además se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre el puntaje de las evaluaciones con el protocolo e indicadores de desempeño como el SAT (prueba de desempeño universitaria norteamericana) de matemáticas ($r = 0.459^{**}$). Se concluye que el desarrollo de habilidades de investigación científica y crítica es

fundamental, y el apoyo que otorga el protocolo es efectivo, lo que permite el desarrollo de tesis de mayor nivel de calidad. Se discute como limitación del estudio el hecho de que se aplicó poco control en la conformación de los grupos, y que podría haber influencia en el desempeño de razonamiento científico y crítico de parte de otras influencias generadas por otros cursos, o por disposiciones personales de los estudiantes (Dowd et al., 2014).

b.- Promoción de pensamiento crítico en estudiantes universitarios de Psicología mediante infusión instruccional directa.

Se desarrolla un estudio cuasi experimental con pre y postest en un grupo de 87 estudiantes de psicología (Bensley & Spero, 2014), el estudio busca determinar la incidencia de un programa de instrucción directa para el pensamiento crítico, en la llamada modalidad de infusión. Las variables del estudio fueron la modalidad de infusión instruccional directa, señalada como un conjunto de instrucciones orientadas a desarrollar habilidades cognitivas y motivacionales particulares, para el logro de un pensamiento crítico (Bensley & Spero, 2014), sustentándose en el modelo teórico utilizado por Halpern (Marin & Halpern, 2011).

El programa de infusión en pensamiento crítico consistió en 10 sesiones de clases regulares donde se trabajaron estrategias de argumentación y de razonamiento científico, evaluando la calidad de la información y la veracidad de sus fuentes. Se utilizaron además ejercicios de comparación de información, lectura crítica de textos y análisis de veracidad de fuentes a partir de un caso. Se organizaron tres grupos de estudiantes con diferentes metodologías de trabajo, un grupo recibió el programa de infusión en pensamiento crítico, otro recibió un

programa de infusión en mejoramiento de memoria, y el tercero, un programa de clase tradicional orientada al contenido.

Se midió el logro de pensamiento crítico mediante dos instrumentos, un test de análisis de argumentos, y un test de lectura crítica, ambos de la batería psicológica de pensamiento crítico de Bensley (Bensley & Spero, 2014). El test de análisis de argumentos, llamado *Analizando oraciones psicológicas* (Analyzing Psychological Statements, APS), tiene 16 ítems de selección múltiple entre situaciones cotidianas relacionadas con la psicología, y situaciones que describen situaciones de investigación psicológica y de práctica clínica. El segundo test es de lectura crítica (CRT), que contiene 1500 palabras de un texto de literatura general sobre por qué la memoria declina con la edad.

Los resultados muestran que antes de la intervención no hay diferencias significativas entre los grupos $F(2,84) = 1.36$, $p = .26$; mientras que en el postest, se encontraron diferencias significativas $F(2,82) = 6.21$, $p = .003$, con diferencias entre grupos también significativas ($p < .05$ con grupo de infusión en memoria, y $p < .01$ con grupo tradicional). Se concluye que el método de infusión es una estrategia muy adecuada para el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de psicología, en comparación con las metodologías tradicionales, al menos para el mejoramiento de las habilidades de razonamiento y habilidades metacognitivas. Una de las limitaciones señaladas es la necesidad de mejorar la conceptualización del constructo, ya que si bien la realizada en el estudio sirve para los fines de éste, se ve la necesidad de mejorarla para abordar otras perspectivas, ya que se da cuenta de que es un constructo multidimensional.

c.- Influencia de estrategias de infusión en habilidades y disposición al pensamiento crítico en estudiantes universitarios de economía.

En este estudio se analiza el impacto de diferentes estrategias de instrucciones y disposiciones para el pensamiento crítico en un grupo de estudiantes universitarios de economía. Los autores plantean la adopción del modelo teórico de pensamiento crítico señalado por Facione (1990), y se define como un proceso de razonamiento con propósito y autorregulado, basado en el análisis, la evaluación, la inferencia y la interpretación de la información; se plantea de este modo que el pensamiento crítico es un razonamiento guiado, que posee habilidades como disposición para su ejecución (Heijltjes et al., 2014).

El estudio consistió en la comparación de cinco situaciones diferentes, considerando un total de 141 estudiantes, distribuidos en 5 grupos equivalentes. Los grupos se distribuyeron según las siguientes características: (A) Instrucciones implícitas; (B) Instrucciones implícitas con práctica; (C) instrucciones implícitas y explícitas con práctica; (D) instrucciones implícitas y explícitas con práctica e instrucciones autoexplicativas; y (E) instrucciones implícitas y explícitas con práctica e instrucciones de activación. Las sesiones duraron 35 minutos y se desarrollaron por siete semanas. Las actividades de la condición A fueron desarrolladas en base a un caso presentado de modo de generar habilidades de razonamiento y argumentación. En la situación B se utilizó un video que señalaba un tema referente al curso, agregando un trabajo de tareas de procesamiento para analizar la información. El grupo de la condición C utilizó las mismas actividades que el grupo A y B, sumándole un conjunto de tareas explícitas de instrucción para el razonamiento. El grupo de condición D utilizó las mismas actividades que el grupo

C más un conjunto de indicaciones de autoexplicación sobre como razonar la información. Finalmente, el grupo de la condición E, utilizó las mismas actividades del grupo D, solo que se cambió el conjunto de indicaciones de autoexplicación por instrucciones activadoras del pensamiento.

Para la medición de las variables se utilizaron dos escalas para medir disposición al pensamiento crítico, el AOT test de Stanovich y West y una versión reducida de la escala NFC de Cacioppo et al. (Heijljes et al., 2014). El test AOT consta de 41 ítems de respuesta en escala Likert de 6 alternativas, con un alfa de Cronbach de 0.84; el test NFC consiste en 18 ítems de respuesta en escala Likert de 6 alternativas, y presenta una confiabilidad de alfa igual a 0.78. Para medir las habilidades de pensamiento crítico se utilizó un test de habilidades consistente en 16 tareas de análisis de historias, en las que se debía encontrar evidencias de veracidad o falsedad en la información, organizadas en dos escalas, con preguntas de selección múltiple. La consistencia interna (Alfa de Cronbach) de las escalas fue de 0.49 y 0.66.

Los resultados muestran que las instrucciones explícitas combinadas con la práctica son fundamentales para el logro de pensamiento crítico (condiciones A/B < C/D/E, con $p < .002$); se encontró que el uso de las instrucciones de motivación no aporta mayores beneficios al PC. Se rescata como positivo el hecho de que el PC considerado como un razonamiento no dirigido, puede ser potenciado mediante instrucciones explícitas en combinación con actividades prácticas. Las limitaciones del estudio que se plantean, son por un lado, que el PC se ha conceptualizado como habilidad de razonamiento, que es como se midió la variable, no tomándose otras dimensiones de la habilidad que pudiesen estar presentes. Por otro lado, no se

profundizó la razón acerca de la baja influencia de las autoindicaciones en el desarrollo del PC, tanto en las actividades de instrucciones implícitas como en las explícitas.

2.4.- Programa Pensamiento crítico para el desarrollo del razonamiento científico en estudiantes de pedagogía (PENCRIT-RC).

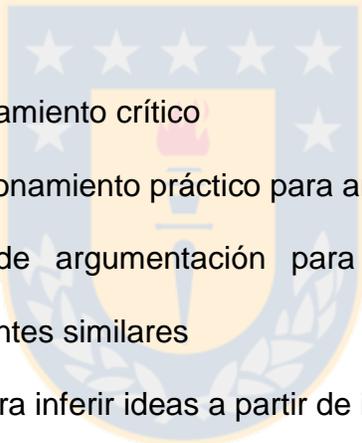
El programa de pensamiento crítico de infusión para el razonamiento científico (PENCRIT-RC), utilizado en este estudio, se estructura conceptualmente en la idea de que el pensamiento crítico es una habilidad que permite analizar y evaluar la información disponible en base a preguntas e hipótesis que develan su coherencia, validez y probabilidad de ocurrencia (Marin & Halpern, 2011; Tung & Chang, 2009). Lo que se logra a través de actividades de razonamiento, en las que se utilizan argumentos que permiten desarrollar las habilidades antes mencionadas de manera reflexiva.

De este modo, se observa una relación con las habilidades de razonamiento científico, al buscar una sistematización y criterios de validación a la información a fin de seleccionar la información pertinente para responder a las preguntas científicas, lo cual permite diferenciar este programa de los otros ya analizados previamente.

De esta forma el programa se sustentó en dos de las tres dimensiones del pensamiento crítico planteadas por Miranda (Miranda, 2003, Miranda et al. 2010); por un lado, en la indagación, contemplando actividades en base a búsqueda y

evaluación de argumentos científicos. Por otro lado, en el análisis probabilístico, basándose en actividades de uso de las hipótesis en el trabajo científico y frente a la incertidumbre, aplicación de hipótesis a situaciones para determinar probabilidades de ocurrencia y análisis de la relevancia y consistencia de las hipótesis en la generación de conocimiento científico.

El programa se implementó como un taller presencial grupal, con apoyo de material escrito. El objetivo general del programa se enfoca en desarrollar habilidades de razonamiento científico y crítico mediante método de infusión directa. Para ello se plantearon como objetivos específicos del programa:

- 
1. Conocer qué es pensamiento crítico
 2. Conocer y aplicar razonamiento práctico para argumentar
 3. Aplicar estrategias de argumentación para diferenciar la información científica de otras fuentes similares
 4. Aplicar estrategias para inferir ideas a partir de información científica
 5. Relacionar indagación y argumentación para fortalecer el pensamiento crítico
 6. Conocer los fundamentos del razonamiento hipotético como base para la toma de decisiones
 7. Aplicar pensamiento hipotético en el proceso de decisión y probabilidades
 8. Conocer estrategias para probar hipótesis
 9. Identificar dificultades en el razonamiento hipotético y probabilístico
 10. Reforzar las características principales de la argumentación, del razonamiento hipotético y de los sesgos

La intervención se compuso de dos bloques de trabajo organizados en relación con los componentes a desarrollar (indagación y análisis probabilístico) y se realizó en doce sesiones. En el primer bloque se realiza una primera sesión de bienvenida y contextualización del concepto de pensamiento crítico; luego se trabaja la habilidad de Indagación, que comprende 5 sesiones de trabajo específico sobre búsqueda y análisis de argumentos. En un segundo bloque, compuesto por 5 sesiones se trabaja la habilidad de pensamiento probabilístico, basado en la formulación de hipótesis y probabilidad de ocurrencia. Luego se trabaja una sesión posterior para analizar las dificultades que se presentan en el razonamiento como simplificar o generalizar información, es decir, los sesgos que se presentan.

Las sesiones de ambos bloques de trabajo tuvieron una metodología consistente en bienvenida, presentación del tema por parte del tutor, trabajo con material, presentaciones y retroalimentación del tutor; se trabajó con un material escrito donde se presentaron los conceptos, ejemplos del desarrollo de la habilidad a trabajar, y casos del contexto educativo donde los participantes deben utilizar la habilidad a trabajar (en Anexos). El taller tuvo un diseño de tipo infusión (en base a temas y trabajos de un área del conocimiento), con enseñanza explícita de las habilidades a través de retroalimentación. La metodología del taller fue de tipo activa y colaborativa, donde los contenidos y las habilidades se plantearon en forma explícita, modelando con ejemplos su aplicación y permitiendo que los participantes demostraran su dominio de esas habilidades en actividades concretas, y con una retroalimentación de su desempeño. Los ejemplos y situaciones de aplicación se entregaron mediante instrucciones verbales del tutor del taller, así como escritas,

mediante el texto de apoyo creado específicamente para el taller por el autor de la investigación.

Dicho texto fue un apoyo tanto de contenidos como de estrategias, entregando al participante, información conceptual de las habilidades de indagación y análisis probabilístico a trabajar, así como casos y contextos de aplicación, ejemplos de uso y preguntas para apoyar el automonitoreo de la comprensión de las actividades, de parte de los mismos sujetos.

El desarrollo de un programa para fortalecer las habilidades de razonamiento científico en estudiantes de pedagogía, mediante un curso de pensamiento crítico, es una manera innovadora de generar competencias científicas, ya que es una alternativa a las propuestas que se han trabajado en Chile, centradas en estrategias didácticas tradicionales, utilizadas tanto en pregrado como en postgrado (Miranda, 2003; Miranda et al. 2010; Sánchez, 2012). Es relevante además, debido a los actuales requerimientos del Ministerio de Educación, que establecen la necesidad de que los futuros estudiantes del sistema escolar puedan alcanzar habilidades de razonamiento científico de alto nivel, centradas en la comprensión, utilización y crítica del conocimiento (Mineduc, 2012), pero además, de un modo integrado. Si bien la habilidad de indagación se ha trabajado mediante el desarrollo de los programas ECBI (Devés y Reyes, 2007), no hay evidencia de que se haya trabajado con énfasis la evaluación reflexiva y metacognitiva, factor relevante en el programa de Pensamiento crítico PENCRIT-RC.

Este programa se diferencia de las demás experiencias analizadas, en cuanto aplicó una metodología de infusión e instrucción directa de razonamiento, para el desarrollo de las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico,

que son parte del razonamiento científico, lo que destacaría de forma importante el manejo explícito de esas habilidades. Además, trabaja la indagación y el razonamiento hipotético como habilidades relacionadas, a través del proceso de razonamiento, eje central del programa, lo cual no se considera en los otros estudios. De este modo se busca determinar si el desarrollo del pensamiento crítico a través del programa PENCRIT-RC, es un procedimiento adecuado para el logro de habilidades de razonamiento científico en la formación de estudiantes de pedagogía.



III. PROBLEMATIZACIÓN

El logro de un proceso formativo que permita el desarrollo de habilidades de razonamiento científico y crítico en Educación Superior, es una preocupación actual del sistema educativo, ya que éstas permitirían alcanzar altos estándares de conocimiento (Cofré et al., 2010; Danielson, 2011; Davies 2013). Existen experiencias en el desarrollo de pensamiento crítico en algunos países, orientados a ciertas áreas relacionadas a las ciencias sociales, en España (Saiz & Rivas, 2011), en Colombia (Olivares et al., 2013), y en México (Guzmán & Sánchez, 2006).

Si bien, se puede observar en las propuestas de algunas instituciones universitarias chilenas que han incorporado al pensamiento crítico como una de las competencias genéricas a desarrollar en la formación profesional (Hawe, 2003; Universidad de Concepción, 2012); en términos concretos no es mucho lo que se ha avanzado para implementar programas intra o extracurriculares específicos de formación del pensamiento crítico y evaluar su efectividad en las instituciones de Educación Superior (Madariaga y Schaffernicht, 2013). A partir de la revisión bibliográfica, se observa experiencias en pensamiento crítico con estudiantes universitarios del área de ciencias e ingeniería (Sánchez, 2012), y de pedagogía en castellano (Miranda et al. 2010); se plantea, sin embargo, que al ser el pensamiento crítico una habilidad relacionada al análisis de información y a su veracidad, podrían verse beneficiados más claramente, los profesionales relacionados a las áreas científicas (Sánchez, 2012; Espinoza y Sánchez, 2014).

Consistentemente con lo anterior, se ha encontrado en la revisión de las bases de datos de publicaciones científicas y académicas, muy escasamente, programas de pensamiento crítico en la formación universitaria en Chile, que permitan promover habilidades cognitivas y de razonamiento científico en estudiantes de pedagogía en ciencias. Lo anterior plantea un desconocimiento respecto al impacto y utilidad que dicha competencia podría tener en el mejoramiento del razonamiento científico en estudiantes de estas carreras.

Se puede observar, además, en los diferentes estudios revisados, que las experiencias realizadas en torno a la promoción del pensamiento crítico han encontrado diferencias positivas entre la evaluación pre y post en la medición del pensamiento crítico como habilidad global (Bensley & Spero, 2014; Dowd et al., 2014; Heijltjes et al., 2014), pero en cuanto al desarrollo de sus componentes, los resultados se han mostrado dispares.

Se plantea además, que dentro de las diferentes metodologías utilizadas en los programas de pensamiento crítico, el uso de estrategias de instrucción directa tendría una influencia mayor en la habilidad en general, tanto como en sus componentes (Bensley & Spero, 2014; Heijltjes et al., 2014; Marin & Halpern, 2011), en comparación con otros métodos generales o implícitos.

Por lo anterior, se puede señalar que el problema a investigar se centra en el desconocimiento de si un programa de infusión en el área de ciencias, con método de instrucciones explícitas, podría fortalecer las habilidades de razonamiento científico como la indagación y el razonamiento probabilístico en estudiantes de pedagogía que trabajan en el área de las ciencias.

Lo anterior es relevante debido a que desde la psicología educacional se ha hecho un gran esfuerzo para lograr apoyar y mejorar los procesos educativos en general (Juliá, 2006), y el apoyo a la formación de docentes en específico (Patrick, Anderman, Bruening & Duffin, 2013), por lo que encontrar un impacto positivo en este tipo de intervenciones, sería un apoyo relevante para el desarrollo de intervenciones psicoeducativas que permitan fortalecer las competencias docentes.

3.1.- Preguntas de investigación.

¿Qué impacto tendrá un programa de pensamiento crítico en la habilidad de indagación que presentan estudiantes de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas?

¿Qué impacto tendrá un programa de pensamiento crítico en la habilidad de pensamiento probabilístico que presentan estudiantes de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas?

3.2.- Hipótesis:

Las hipótesis que se plantean para el estudio son:

H1. La aplicación del programa de pensamiento crítico PENCRIT-RC produce un aumento estadísticamente significativo en la habilidad de indagación en estudiantes de pedagogía que participan del mismo, en comparación con los que no participan de ningún programa.

H2. La aplicación del programa de pensamiento crítico PENCRIT-RC produce un aumento estadísticamente significativo en la habilidad de pensamiento probabilístico en estudiantes de pedagogía que participan del mismo, en comparación con los que no participan de ningún programa.

3.3.- Objetivos

El objetivo general del estudio es:

Evaluar el impacto del programa de pensamiento crítico PENCRIT-RC en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico en estudiantes de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas de universidades de la región del Biobío.

Los objetivos específicos planteados para responder a las hipótesis son:

1.- Evaluar el impacto del programa PENCRIT-RC, en la habilidad de indagación en estudiantes de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas de universidades de la región del Biobío.

2.- Evaluar el impacto del programa PENCRIIT-RC, en la habilidad de pensamiento probabilístico en estudiantes de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas de universidades de la región del Biobío.



IV.- METODO

El estudio contempló tres fases, la primera centrada en la validación de los instrumentos, pues aun cuando consideran versiones en español, y han sido aplicados en Chile, no se han validado en la población que contempla el estudio. La segunda fase correspondió a la validación del programa, de modo que se cuente con una evaluación de expertos que analicen su pertinencia y coherencia. La tercera fase, fue la aplicación del programa y evaluación de su impacto.

4.1.- Fase 1

4.1.1- Diseño.

Esta parte del estudio consideró un diseño de tipo instrumental, que corresponde a aquellos centrados en la adaptación de pruebas o en la medición de características psicométricas (Montero & León, 2005). Está orientado a analizar la consistencia interna y dimensionalidad de los instrumentos utilizados para el estudio.

4.1.2- Participantes.

Se consideró en primera instancia como población a estudiantes de carreras de Pedagogía en Ciencias Naturales y Pedagogía en Matemáticas de los niveles segundo y tercero, de dos instituciones de la región del Biobío, la Universidad de Concepción (UDEC) y la Universidad del Bío-Bío (UBB), pertenecientes al consejo

de rectores. Esta población se estimó según los datos reportados por las instituciones, en 296 estudiantes. Se excluyó el nivel de primer año 2015 de las instituciones debido a que son estudiantes que aún no han adquirido las herramientas básicas de la formación universitaria, y la variedad de competencias presentes al ingreso a la universidad, podría generar una influencia negativa en los resultados.

Se seleccionó en primera instancia, una muestra probabilística, aleatoria y estratificada por institución, la cual se estimó considerando un nivel de confianza del 95%, en 168 estudiantes de segundo y tercer año de pedagogía en ciencias naturales y pedagogía en matemáticas de esas instituciones.

Sin embargo, debido a la necesidad de considerar un mayor número de estudiantes para mejorar los valores de confiabilidad de los instrumentos, se incluyó como participantes a estudiantes de Pedagogía General Básica de ambas universidades; la carrera de Pedagogía General Básica tiene asociado a su perfil de formación habilidades de razonamiento científico y asignaturas del área de ciencias y matemáticas. Además, se agregó a estudiantes de las mismas carreras de la sede Los Ángeles de la UDEC.

La muestra de esta primera etapa contempló a 325 estudiantes de segundo año y tercer año de pedagogía de las carreras Pedagogía en Matemáticas, Pedagogía en Ciencias Naturales y Pedagogía General Básica, de dos instituciones tradicionales de educación superior de la región del Biobío, Chile. De aquellos, el 60% (196) fueron mujeres, y el 40% (129) hombres, presentando un rango de edad entre 17 y 38 años ($M=20,5$; $DS=2,54$).

Tabla 2.

Distribución de la muestra estratificada de la fase 1 del estudio

Institución	Carreras	Cantidad estudiantes	Género
UDEC Concepción	Ped. En Ciencias Naturales	38	H=13 M=25
	Ped. En Matemáticas	34	H=19 M=15
	Ped. General Básica	21	H=9 M=12
UDEC Los Ángeles	Ped. En Ciencias Naturales	30	H=13 M=17
	Ped. En Matemáticas	40	H=11 M=29
	Ped. General Básica	22	H=7 M=15
UBB	Ped. En Ciencias Naturales	41	H= 15 M=26
	Ped. En Matemáticas	55	H=22 M=33
	Ped. General Básica	44	H=20 M=24
TOTAL		325	H=129 M=196

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.- Instrumentos de medición.

Los instrumentos utilizados fueron dos:

a.- Escala de Indagación del test Tareas de Pensamiento Crítico del Educational Testing Service (TPC):

Para el estudio se utilizó una de las dimensiones del test Tareas de Pensamiento Crítico del Educational Testing Service de Estados Unidos, adaptado y traducido al español por Miranda (2003). El instrumento en general concibe al pensamiento crítico como la capacidad de seleccionar inferencialmente la

información, analizarla para desarrollar hipótesis, y tomar decisiones sobre cómo comunicarla. Se ha usado para evaluar el pensamiento científico y crítico en temas de interés biológico y oceanográfico (Miranda, 2003; Miranda et al., 2010).

El instrumento completo presenta 3 dimensiones y 14 ítems, con indicadores psicométricos relacionados a consistencia interna (Alfa de Cronbach) de .75 a .78 obtenidos en dos estudios realizados con 323 docentes chilenos de matemáticas y ciencias (Miranda, 2003). En esos estudios, se analizó la estructura factorial del instrumento, encontrándose tres factores que explicarían el 47,4% de la varianza.

Para esta investigación en particular, se utilizó la dimensión de Indagación, que consta de 8 ítems, orientados a tareas como identificar los datos de un hecho, buscando sistemáticamente datos pertinentes y válidos. Esta dimensión presenta un nivel de confiabilidad adecuada (alfa de Cronbach de 0,75) en la muestra chilena (Miranda, 2003).

Los ítems tienen respuestas de tipo abierta, y sus puntajes de calificación varían entre 0 y 6 puntos, dependiendo de la pregunta, siendo el puntaje máximo de 48 puntos. Si bien se han encontrado referencias en población universitaria chilena (Miranda et al, 2010) que señala un total para esa escala de 20 puntos.

b.- Escala pensamiento probabilístico del test de razonamiento científico de Lawson:

El instrumento está estructurado en base a la propuesta piagetana de desarrollo cognitivo, clasificando a las personas en niveles de desarrollo de pensamiento, que va desde operaciones concretas de razonamiento (entre 0 y 2 respuestas correctas), a nivel operaciones formales (18 a 24 respuestas correctas).

El test completo consta de 24 ítems de respuestas cerradas, y el modo de presentar las respuestas es de a pares, es decir primero se realiza la pregunta, y luego se solicita la justificación de ella. Se ha utilizado para medir el nivel de conocimiento y de habilidades en la formación de estudiantes de física, de ingeniería y de ciencias básicas (Espinoza & Sánchez, 2014; Piquart et al., 2010; Rodríguez, Mena & Rubio, 2010); ha sido adaptado y validado en estudiantes universitarios chilenos, logrando un confiabilidad total de 0,88 según alfa de Cronbach (Espinoza & Sánchez, 2014).

La escala utilizada en este estudio es la de pensamiento probabilístico, la cual consta de 8 ítems que miden la capacidad de analizar información mediante la formulación de hipótesis, a fin de determinar su validez y posible ocurrencia de las situaciones hipotetizadas. En los estudios revisados no se ha hecho referencias a algún análisis de confiabilidad de las escalas por separado. Los ítems tienen una valoración de 1 punto si es correcta la respuesta, y 0 punto si es incorrecta, lo que da un valor total de la escala de 8 puntos (Piquart et al., 2010).

4.1.4- Procedimiento.

Se realizó un proceso de validación interna de los instrumentos de medición a una muestra de estudiantes de pedagogía ajenos al programa. Luego se aplicó ambos instrumentos antes de la implementación del programa, en horas de clases, con previa autorización del docente a cargo de la asignatura y del director de escuela. Una vez recepcionados, se analizaron los cuestionarios válidos, que fueron los que tuvieron todas sus respuestas, o al menos, solo una respuesta por instrumento sin responder. Posteriormente se generó una base de datos con los

resultados de la prueba mediante el software estadístico SPSS versión 20, donde se desarrolló análisis descriptivos con la información para determinar el comportamiento de los datos.

4.1.5.- Consideraciones éticas

Antes de comenzar la aplicación se solicitó la revisión del instrumento, las cartas de autorización y el consentimiento informado, al Comité de Ética del Programa de Doctorado en Psicología de la Universidad de Concepción Chile. Como parte del procedimiento de consideraciones éticas, se gestionaron cartas de autorización para directores de Escuelas de Pedagogía de las instituciones participantes, de modo que su compromiso y participación fuera formal. Por otra parte, los instrumentos contaron con un consentimiento informado escrito que se leyó antes de realizar el test, y si se estaba de acuerdo, en forma voluntaria, se procedió a entregar el cuestionario para su llenado.

4.1.6.- Análisis de la información.

Para el análisis de los datos se usaron métodos cuantitativos. El análisis de la escala de Indagación, del constructo pensamiento crítico (Test Escala de pensamiento crítico), se realizó mediante estadígrafos descriptivos (medidas de tendencia central, dispersión y distribución), así como un análisis factorial exploratorio (AFE) utilizando un modelo de extracción de Factorización de ejes principales y rotación Varimax, a fin de determinar cuántos factores probables tendría la escala. Para todo ello se utilizó el software SPSS V. 20.0.

Además, se realizó un análisis factorial confirmatorio (AFC) para confirmar la unidimensionalidad del instrumento reportado por Miranda (2003); considerándose en la evaluación del ajuste global del modelo, criterios estadísticos como: Chi cuadrado (χ^2), índice de bondad del ajuste (GFI), índice de bondad del ajuste corregido (AGFI), índice de ajuste comparativo (CFI), el índice de ajuste normativo (NFI), y el error de aproximación cuadrático medio (RMSEA). Como criterios se emplearon los siguientes (Hu & Bentler, 1999):

- a) χ^2/gf presenta un buen ajuste, cuando es indicado por un valor inferior a 2.
- b) GFI, AGFI, CFI, NFI y TLI con un valor ≥ 0.90 indica un ajuste aceptable, mientras que un valor ≥ 0.95 es un indicador de un buen ajuste.
- c) RMSEA con un valor de 0.08 (90% CI ≤ 0.10), es indicador de un ajuste aceptable, mientras que un RMSEA ≤ 0.05 (90% CI ≤ 0.08), es indicador de un buen ajuste.

Así mismo, se aplicó el estadístico Omega para medir el nivel de consistencia interna, el cual es más adecuado para datos en los que podría haber diferencias entre los datos en la matriz de coeficientes, siendo más sensible a ello que el alfa de Cronbach (Campo, Villamil & Herazo, 2013); éstos se realizaron con el programa M Plus, V. 7.4, el cual permite la estimación simultánea de los parámetros para los modelos propuestos, así como su modelización.

Por su parte, la escala pensamiento probabilístico del constructo razonamiento científico (test de Lawson), se analizó mediante estadígrafos descriptivos (medidas de tendencia central, dispersión y distribución), así como un análisis factorial exploratorio (AFE) utilizando un modelo de extracción de Factorización de ejes principales y rotación Varimax, a fin de determinar cuántos

factores probables tendría la escala. En esta escala no se utilizó el AFC pues, en las investigaciones previas (Espinoza & Sánchez, 2010), no se reportan análisis de dimensionalidad, prefiriéndose considerar las dimensiones extraídas exploratoriamente. Para el análisis de confiabilidad se aplicó alfa de Cronbach. Para todo ello se utilizó el software SPSS V. 20.0.

4.2.- Fase 2

4.2.1- Diseño.

Esta parte del estudio consideró el análisis de la validez de contenido del programa, utilizándose un diseño descriptivo y correlacional, orientado a analizar la consistencia interjueces de las actividades del programa.

4.2.2- Participantes.

Para el estudio de la consistencia del programa se utilizó un muestreo intencionado, de tipo caso crítico, considerándose en primer lugar, 3 jueces con conocimiento y experiencia en el desarrollo de experiencias de pensamiento crítico.

Los criterios de inclusión consideraron:

- a) ser docente universitario.
- b) tener experiencia en publicaciones y/o proyectos de investigación en pensamiento crítico.

Los académicos seleccionados y que respondieron positivamente fueron:

1.- Académico Hombre, Doctor en Ciencias de la Educación, se desempeña en Universidad Pública de la región metropolitana, Chile. Tiene artículos en revistas indexadas (ISI, Scielo), capítulos de libros, y ha participado en proyectos Fondecyt relacionados al tema de razonamiento y pensamiento crítico en estudiantes de pedagogía.

2.- Académico Hombre, Candidato a Doctor en Lógica y Filosofía, se desempeña en Universidad Privada e la región metropolitana, Chile, a cargo de un centro de investigación sobre Argumentación y Razonamiento. Tiene artículos en revistas indexadas (ISI, Scielo), capítulos de libros, y ha participado en proyectos Fondecyt relacionados al tema de razonamiento y argumentación.

3.- Académica Mujer, Doctora en Psicología Escolar y Desarrollo, se desempeña en una Universidad Privada de Colombia. Tiene proyectos de investigación nacionales en la temática, y artículos en revistas indexadas (Scielo y Scopus).

Además se consideró a 24 estudiantes (17 mujeres, 7 hombres) de cuarto año de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales, de la Universidad de Concepción, sede Los Ángeles, para aplicar un piloto de 6 sesiones del programa con el fin de evaluar la recepción de las instrucciones, la comprensión del material de trabajo y el tiempo planteado para las actividades.

4.2.3.- Instrumentos de medición.

Se confeccionó una escala de apreciación de las actividades de pensamiento crítico, para evaluar la pertinencia de las actividades del programa. Dicha pauta

consideró 10 ítems (uno por cada sesión) orientados a señalar la claridad del objetivo de cada sesión, así como la pertinencia y la coherencia de la actividad planteada con los objetivos de las sesiones, los que se contestarán a través de una pauta de cotejo con criterios de ausencia (0 punto) y presencia (1 pto.). Además, se aplicó una versión modificada de la pauta para la evaluación de los estudiantes de las sesiones del programa piloto; esta versión contenía 6 ítems.

4.2.4- Procedimiento.

El contenido del programa y del material, se organizó contextualizando la información con situaciones cotidianas utilizadas como ejemplos, las que se orientaron al ámbito educativo. La planificación consideró los objetivos, actividades y recursos de cada sesión del programa; mientras que el manual, contempló el objetivo de la sesión, texto conceptual del tema, ejemplos y ejercicios de aplicación, y preguntas reflexivas.

Para la validación del programa, una vez diseñadas las actividades y material, se contactó a los posibles jueces mediante correo electrónico, y se envió una solicitud escrita para la evaluación, en conjunto con la planificación, el manual y la pauta de evaluación. El documento de solicitud incorporó las instrucciones que debía seguir el juez para evaluar y reenviar el documento.

Una vez recepcionadas las evaluaciones, se introdujeron los cambios pertinentes en las sesiones y en el manual de trabajo. Posteriormente se aplicó un taller piloto con 6 sesiones del programa y el material correspondiente, con el fin de evaluar su adecuada comprensión, con estudiantes de carrera de Pedagogía en

Ciencias Naturales. Al final de las sesiones se aplicó a los estudiantes, la pauta de evaluación modificada, considerando solo seis sesiones, en donde debían evaluar la claridad, pertinencia, coherencia y suficiencia de las actividades y del manual para lograr el objetivo de la sesión.

4.2.5.- Análisis de la información.

Para el análisis de los datos se usaron métodos mixtos, en primer lugar, se analizó la pauta de evaluación del programa, considerando el resultado de las calificaciones de los jueces por sesión. Posteriormente se aplicó el estadígrafo Kappa de Cohen para determinar el nivel de concordancia entre los evaluadores, que ayuda a evitar el azar en sus apreciaciones (Cerde & Villarroel, 2008), se esperaba un nivel de consistencia de al menos 0,6 en cada dimensión, lo que es considerado un nivel de coincidencia considerable (Landis & Koch, en Cerde & Villarroel, 2008). Además, se realizó un análisis de contenido de las observaciones realizadas por los jueces respecto al manual.

Para la evaluación de la pauta del taller piloto con estudiantes, se utilizó estadística descriptiva (medidas de tendencia central y de dispersión) con los puntajes de la pauta modificada.

4.3.- Fase 3

4.3.1- Diseño.

Para esta parte del estudio, que consideró la aplicación del programa de pensamiento crítico PENCRIT- RC, se utilizó un diseño cuasiexperimental debido a que no se controlaron todas las variables en el diseño de los grupos (Hernández, Fernández & Batista, 2010). Se trabajó con un grupo experimental, y con un grupo control (sin programa), con aplicación de pre y postest, considerando un espacio de tiempo de tres meses entre estos.

4.3.2- Variables

4.3.2.1.- Variable independiente.

1. Programa de pensamiento crítico para el razonamiento científico

Definición conceptual: se define como un programa orientado a desarrollar habilidades para identificar y evaluar argumentos a partir de información relacionada a la enseñanza de las ciencias, indagando la cantidad y tipo de información que puede reconocer la persona, y analizando mediante hipótesis, la probabilidad de ocurrencia de eventos. Se compone de tareas de búsqueda sistemática y ordenada de información relevante, así como de evaluación de la información mediante la formulación de hipótesis sobre la ocurrencia de hechos y su validez, las que se trabajan mediante actividades explícitas y retroalimentadas (Miranda, 2003; Tiruneh et al., 2014).

Definición operacional: Se considerará como un taller semanal de 10 sesiones de 80 a 90 minutos, dirigido por un monitor. El monitor será un profesional de la educación que haya pasado por un proceso de capacitación del programa de manera que conozca los temas, las actividades y las estrategias de apoyo a implementar en el taller.

El programa consistió en:

Sesión 1: Descripción del taller e introducción al pensamiento crítico y científico. Se busca presentar el taller y el tema del pensamiento crítico.

Sesión 2: El razonamiento práctico y la argumentación. Su objetivo es conocer y aplicar el razonamiento práctico y las bases de la argumentación.

Sesión 3: Estrategias de evaluación de argumentos. Su objetivo es conocer y aplicar el razonamiento práctico y las bases de la argumentación.

Sesión 4: Características y criterios de la información científica. El objetivo de esta sesión es aplicar estrategias para diferenciar la información científica de otras fuentes similares.

Sesión 5: Estrategias de inferencia de la información científica. Su objetivo es aplicar estrategias para inferir ideas a partir de información científica.

Sesión 6: Fortalecer habilidades de indagación. Su objetivo es aplicar estrategias de indagación para fortalecer el pensamiento crítico.

Sesión 7: El pensamiento hipotético como inducción. Su objetivo es analizar el uso de hipótesis en el trabajo científico.

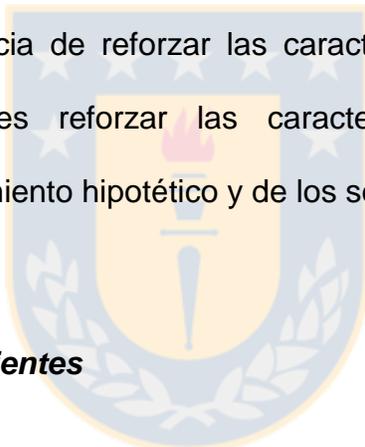
Sesión 8: Uso de hipótesis para establecer respuestas a problemas. Su objetivo es aplicar hipótesis en el razonamiento inductivo.

Sesión 9: Uso de probabilidades para predecir ocurrencia de situaciones (viabilidad de hipótesis). Su objetivo es aplicar razonamiento hipotético en probabilidades.

Sesión 10: Estrategias de comprobación de hipótesis. Su objetivo es conocer estrategias para evaluar hipótesis.

Sesión 11: Sesgos y Heurísticos en el razonamiento hipotético. Tiene como objetivo identificar dificultades en el razonamiento hipotético y probabilístico.

Sesión 12: Importancia de reforzar las características de las habilidades trabajadas. Su objetivo es reforzar las características principales de la argumentación, del razonamiento hipotético y de los sesgos



4.3.2.2.- Variables dependientes

1. Indagación:

Definición conceptual: Es una habilidad cognitiva, componente del razonamiento científico que permite buscar información relevante, determinando su pertinencia y consistencia, mediante criterios científicos con el fin de proponer respuestas a problemas (Miranda, 2003; Garritz, 2010).

Definición operacional: Se entenderá como el puntaje de 1 a 20, derivado de la pauta de repuestas de la escala de Indagación del test TPC.

Los ítems contemplados son:

I.- Usando la información de los dibujos 1 y 2 responda (Min. 1 pto, Máx. 3 pts., excepto respuesta 3, con min. 1 y max. 2)

1.- ¿La concentración fitoplactónica es un predictor de la presencia o ausencia del Fenómeno del Niño? Cite la evidencia que respalda su conclusión

2.- ¿La ocupación productiva asociada a la pesca artesanal es un predictor de la presencia o ausencia del Fenómeno del Niño? Cite la evidencia que respalda su conclusión.

3.- ¿Cuáles de los dos predictores señalados, indica con mayor anticipación la ocurrencia de un evento niño? Señale el porqué de su respuesta.

II.- Utilizando el documento 2, el cual trata sobre las implicancias de la aparición del Fenómeno del Niño en otra zona costera del país, responda. (Min. 1 pto, Máx.2 pts.)

4.- Si ud. fuera uno de esos profesionales nombrados para el estudio, y estuviera preocupado/a por el equilibrio territorial entre lo cultural y lo natural (ausencia de situaciones críticas) ¿Por qué estaría preocupado/a por la aparición de indicios de Fenómeno del Niño? ¿Qué información reuniría?

5.- Delinee los datos del gráfico, demostrando lo mejor posible, la relación entre las concentraciones fitoplactónicas y las áreas térmicas

6.- ¿Cuál es la concentración fitoplactónica que denotará de mejor modo la aparición del Fenómeno del Niño? ¿Por qué?

III.- Utilizando el documento 3, responda. (Min. 1 pto, Máx. 2 pts.)

7.- Seleccione uno de los predictores que permiten evidenciar el debilitamiento de un evento Niño. Explique por qué lo seleccionó.

8 a. Reflexione acerca de cómo usted utilizaría ese predictor seleccionado, para responder de un modo más adecuado a los impactos generados por el Fenómeno del Niño. Diseñe un plan que contemple la previsión, la contingencia y la proyección de situaciones críticas generadas por un evento Niño.

8 b.- Respecto de la información anterior, desarrolle una evaluación del probable éxito o fracaso del plan que Ud. diseñó para determinar la previsión, la contingencia y la proyección de las situaciones críticas generadas por un evento Niño. Explique por qué Ud. consideraría necesario revisar o no su plan.

2. Pensamiento probabilístico:

Definición conceptual: Es una habilidad cognitiva, componente del razonamiento científico que permite identificar un conjunto de hipótesis acerca de una situación o información del medio, así como de analizar su validez y probabilidad de ocurrencia (Ding, 2014; Dowd et al., 2014).

Definición operacional: Se entenderá como el puntaje de 1 a 8, logrado en función de la evaluación de la pauta de respuestas de la escala de Pensamiento probabilístico del test de Lawson.

Los ítems de la escala son: (Min. 0 pto., Máx. 1 pto.)

A.- Se colocan tres piezas rojas (R) cuadradas de madera, cuatro piezas amarillas (A) cuadradas y cinco piezas azules (Z) cuadradas en una bolsa de tela oscura. Se colocan también cuatro piezas rojas redondas, dos amarillas redondas

y tres azules redondas. Se mezclan todas las piezas. Supón que alguien introduce la mano en la bolsa (sin ver y sin distinguir con el tacto alguna pieza particular) y extrae una pieza

1.- ¿Cuántas posibilidades hay de que la pieza sea roja redonda o azul redonda?

2. Debido a:

B.- El granjero Brown estuvo observando a los ratones que viven en su campo. Descubrió que todos eran flacos o gordos y que tenían colas blancas o negras. Esto lo hizo cuestionarse si habría relación entre el tamaño del ratón y el color de su cola. Así que capturó y observó a todos los ratones de una parte de su campo. Estos son los ratones que capturó (Min. 0 pto., Máx. 1 pto.)

3.- ¿Piensas que hay alguna relación entre el tamaño de los ratones y el color de sus colas?

4.- Debido a:

C.- La figura de abajo a la izquierda muestra un vaso de vidrio y una vela de cumpleaños sostenida en un pequeño pedazo de plastilina en un recipiente con agua. Cuando el vaso se voltea boca abajo cubriendo la vela sobre el agua, la vela rápidamente se apaga y el nivel del agua sube dentro del vaso (como se muestra a la derecha). Esta observación plantea una pregunta interesante: ¿Por qué el nivel del agua sube dentro del vaso? (Min. 0 pto., Máx. 1 pto.)

Aquí hay una explicación posible. La llama convierte el oxígeno en dióxido de carbono. Como el oxígeno no se disuelve rápidamente en el agua pero el dióxido de carbono sí, el dióxido de carbono recién formado al tapar la vela se disuelve rápidamente en el agua, disminuyendo la presión del aire dentro del vaso.

Supón que tienes los materiales mencionados arriba, algunos fósforos y un poco de hielo seco (el hielo seco es dióxido de carbono congelado).

5.- Usando algunos o todos los materiales, ¿cómo podrías probar esta posible explicación?

6.- ¿Qué resultado de tu examen (mencionado arriba en la pregunta anterior) podría demostrar que tu explicación es probablemente incorrecta?

D.- Un estudiante coloca una gota de sangre en el portaobjetos de un microscopio para luego observarla. Como se observa en el diagrama de abajo, las células de la gota roja magnificada lucen como pelotas redondas. Después de añadir unas cuantas gotas de agua con sal a la gota de sangre, el estudiante observa que las células parecen haberse hecho más pequeñas. Esta observación plantea una pregunta: ¿Por qué las células rojas de la sangre aparecen más pequeñas?

Aquí hay dos posibles explicaciones: I. Los iones de sal (Na^+ y Cl^-) empujan la membrana celular y hacen que la célula parezca más pequeña. II. Las moléculas de agua son atraídas a los iones de sal así que las moléculas de agua salen de las células y dejan más pequeñas a éstas.

Para probar estas explicaciones, los estudiantes utilizaron un poco de agua con sal, una balanza muy precisa y unas bolsas de plástico llenas de agua, y

asumieron que el plástico se comporta justo como membranas de células de sangre. El experimento involucró pesar cuidadosamente una bolsa llena de agua en una solución salina durante 10 minutos y luego volviendo a pesar la bolsa. (Min. 0 pto., Máx. 1 pto.)

7.- ¿Qué resultado del experimento podría demostrar mejor que la explicación I es probablemente incorrecta?

8.- ¿Qué resultado del experimento podría demostrar mejor que la explicación II es probablemente incorrecta?

4.3.3.- Participantes.

Para realizar la intervención, la población se focalizó en estudiantes de segundo año de las carreras de pedagogía en ciencias naturales y de pedagogía en matemáticas de las Universidades de Concepción, y del Biobío, instituciones tradicionales de la región del Biobío, pertenecientes al consejo de rectores. Ambas instituciones contemplan una Facultad de Educación que considera las carreras requeridas en el estudio, y tienen entre sus objetivos institucionales, el logro de estudiantes con una formación de excelencia, en la que se establece el pensamiento crítico como uno de sus ejes a trabajar, por lo que se ha considerado que esta institución se vería beneficiada con el proyecto de investigación.

Se consideró trabajar con los estudiantes de ese nivel, debido a que diversos estudios se han concentrado en estudiantes de los dos primeros años de la universidad (Bensley & Spero, 2014; Saiz & Rivas, 2012; Tiruneh et al., 2014), por el mayor acceso a estos estudiantes para participar en los programas de

intervención, que los estudiantes de los últimos años, que tendrían mayor carga académica y por tanto menos tiempo.

Se desarrolló un muestreo probabilístico al azar, sin reposición. Se consideró para la intervención, en relación al estadígrafo a utilizar, y lograr una potencia estadística de 0,9 con un tamaño del efecto de 0,25 (F test), considerado mediano para este tipo de análisis, y nivel de significación de 0,05 (considerado adecuado por Bensley & Spero, 2014; y Tiruneh et al., 2014), era de 46 individuos. Sin embargo, para lograr mayor tamaño de efecto y considerando la posibilidad de que los participantes se retiraran del estudio, se consideró un número total final de 95 individuos. El grupo experimental consideró a 54 participantes y el control a 41.

Los criterios de inclusión para la muestra fueron pertenecer a una de las carreras de pedagogía en ciencias; estar cursando el nivel de segundo año de la carrera; y, estar al día, o al menos, no tener más de un año de retraso en su proceso formativo.

Los criterios de exclusión para la muestra fueron presentar dos o más años de retraso en su proceso formativo; haber estudiado la carrera por segunda vez, o haber estudiado otra carrera anteriormente. Dichos aspectos se consideraron a través de entrevista personal y mediante entrevista con jefe de carrera.

4.3.4.- Instrumentos de medición.

a.- Escala de Indagación del test Escala de Pensamiento Crítico, realizada por Miranda (2003). Se utilizó la escala adecuada a la población universitaria chilena del test, producto de la fase 1 del estudio.

b.- Escala Pensamiento probabilístico del test de Lawson. Se utilizó la escala adecuada a la población universitaria chilena del test, producto de la fase 1 del estudio.

4.3.5.- Procedimientos

4.3.5.1.- Convocatoria y selección de participantes de la intervención.

Para la convocatoria, se conversó en primer lugar con el director de escuela de Pedagogía en ciencias naturales y con el de Pedagogía en matemáticas, se solicitó a algunos profesores de la Universidad del Bío-Bío (UBB) y la Universidad de Concepción, sede Los Angeles, un momento de tiempo de sus clases para realizar una reunión informativa con los cursos de pedagogía de segundo año, para explicarles el estudio y las características del programa.

Para la selección de los participantes de los grupos experimental y control, se realizó un sorteo al azar entre los alumnos de las carreras, y se motivó a los estudiantes del grupo experimental para la participación en el estudio mediante una certificación formal de participación en el taller, señalando sus beneficios y la certificación de la participación. Para la selección del grupo control (sin programa) se solicitó a los estudiantes de las mismas carreras, que no participarían del programa, la aplicación del cuestionario en dos momentos de tiempo, motivándolos para su participación; como medida reparatoria para este grupo, se propuso que aquellas personas interesadas en la formación de pensamiento crítico para el razonamiento científico, tomaran el taller como curso electivo, durante el segundo semestre del año 2016, posterior a la aplicación experimental. Sin embargo, a pesar

de que hubo algunos estudiantes interesados, no se logró formalizar este curso compensatorio por no reunir el número mínimo de estudiantes exigidos por la institución para el desarrollo de cursos electivos.

4.3.5.2.- Desarrollo del programa de intervención.

El programa propuesto presentó un número total de 12 sesiones, que fueron desarrolladas en una sesión semanal de 80 minutos cada una, generando una extensión temporal de 12 semanas (el detalle de las sesiones puede verse en el anexo). El taller se presentó como curso de formación electiva en las instituciones participantes, y fue trabajado durante el primer semestre del 2016 en ambas instituciones.

Los estudiantes fueron invitados de manera voluntaria, entregándoseles un consentimiento informado, que explicaba los objetivos de la investigación, y solicitaba su participación consciente y voluntaria en esta. A los participantes se les entregó al terminar el taller, una certificación institucional de participación al término del programa, si habían cumplido con los requisitos mínimos de asistencia que implica haber asistido al 85% de las sesiones (máximo dos inasistencias, pero no consecutivas).

Al finalizar la intervención se realizó la evaluación posttest en ambos grupos (experimental y control) en una sesión fuera del taller, en acuerdo con los docentes de las asignaturas de esas carreras.

4.3.5.3.- Consideraciones éticas

Las acciones éticas relativas a la aplicación del instrumento, tanto en el pre como en el postest, se señalan anteriormente (punto 4.1.5 de este capítulo). Antes de comenzar la intervención, se solicitó la revisión del proyecto de investigación con el programa propuesto, las cartas de autorización y el consentimiento informado del taller, al Comité de Ética del Programa de Doctorado en Psicología de la Universidad de Concepción Chile. Además, se gestionaron cartas de autorización para directores de Escuelas de Pedagogía de las instituciones participantes, de modo que su compromiso y participación fuera formal. Los participantes de los talleres del programa, fueron informados respecto a los objetivos del mismo, sus actividades y exigencias formales, antes de su implementación, las personas que quedaron seleccionadas leyeron y aceptaron el consentimiento escrito informado, siendo notificadas de que su participación era voluntaria, y que podían retirarse del programa en el momento en que lo estimaran necesario, sin que conllevara ningún resultado negativo.

4.3.6.- Análisis de la información

Para analizar los datos se utilizó estadística descriptiva de tendencia central, distribución y dispersión); en el análisis pretest se aplicó t de Student para diferencia de medias así como Análisis de varianza (Anova) de una vía para ver la existencia de diferencias entre los grupos, y para el análisis de los supuestos de éstos, se aplicó el test de Kolmogorov- Smirnov en los agrupamientos por tipo de grupo, carrera, universidad y sexo y Kruskal Wallis para la edad, para analizar normalidad

de los grupos; además se usó el test de Levene para homocedasticidad. En el posttest se aplicó análisis de covarianza (ANCOVA) pues se considera una variable independiente y su influencia en dos variables dependientes, que son medidas en dos momentos de tiempo, en un diseño 2X2X2 (grupo experimental, grupo control; variables indagación y pensamiento probabilístico; aplicación antes y después del programa). Para este análisis se evaluaron los supuestos de normalidad de la muestra (Kolmogorov-Smirnov y Kruskal Wallis), interdependencia de las mediciones (regresión lineal), homocedasticidad (test de Levene) y homogeneidad de los residuos (Kolmogorov-Smirnov). Para complementar el análisis de los supuestos se utilizó el test de Welch así como el de Brown-Forsythe, que son análisis más robustos para diferencias de medias.

El Ancova se aplicó en los resultados del posttest, midiendo cómo la participación en el taller (VI 1) en cada una de las áreas de formación (VI 2) inciden en la indagación (VD 1) y el pensamiento probabilístico (VD 2), controlando los resultados del pretest (Covariable) para anular su influencia en los datos del posttest. De este modo se respondería a las hipótesis 1 y 2. También se consideró el estadístico eta cuadrado parcial (η^2) para determinar el tamaño de efecto del programa en las variables estudiadas. Finalmente se aplicó el estadístico de correlación (Pearson), tanto en el pretest como en posttest, sobre el resultado de las pruebas para determinar si existe relación entre ambas.

V.- RESULTADOS

Fase 1. Análisis de confiabilidad y dimensionalidad de los instrumentos.

A.- Escala Indagación:

El análisis descriptivo de los ítems de la escala indagación, como se muestra en la tabla 1, plantea un rango de respuestas en general, dentro de los parámetros adecuados en términos de distribución con valores de asimetría y curtosis entre 2 y -2 que es lo esperado para una distribución normal según Bollen y Long (citado en Núñez-Alonso, Martín-Albo & Navarro, 2007). Se observa que los ítems 6 y 8 presentan elevada curtosis, lo que podría indicar que los resultados estarían mayoritariamente concentrados cerca de la media.

Tabla 3.

Análisis descriptivos de los ítems de la Escala de Indagación

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Asimetría	Curtosis
Item1	325	0	3	1,39	,834	,360	-,401
Item2	325	0	3	1,33	,715	,642	,308
Item3	325	0	2	1,22	,600	-,133	-,474
Item4	325	0	3	1,58	,743	,252	-,437
Item5	325	0	2	1,38	,682	-,651	-,687
Item6	325	0	2	1,20	,605	,884	1,546
Item7	325	0	3	1,22	,630	,455	,570
Item8	325	0	2	,91	,446	-,404	1,728

Fuente: Elaboración propia

En relación con el promedio de cada ítem, se observa que en las preguntas 1, 2 y 7 el valor es menor a la media aritmética esperada (1,5 puntos), lo mismo para el ítem 8 (1 punto); mientras que en la pregunta 4 el valor es aproximadamente la media aritmética; las preguntas 3, 5 y 6 muestran un promedio mayor a la media aritmética esperada (1 punto). En el análisis de dimensionalidad el análisis factorial exploratorio (AFE) mostró un KMO de 0.63, lo que se considera solo adecuado, mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa ($p=.000$). Se sugieren tres factores que explican el 32 % de la varianza.

Para el análisis factorial confirmatorio (AFC), se probaron tres modelos, con diferente cantidad de factores; como se observa en la tabla 3, el modelo de tres factores es aquel que presenta los mejores índices de ajuste (valores CFI, GFI, NFI y AGFI óptimos por sobre 0.95; RMSEA óptimo debajo de 0.05). Lo anterior estaría de acuerdo con la estructura propuesta por el AFE, y asimismo con la organización del test en tres tareas.

Tabla 4.

Valores del AFC Escala de Indagación

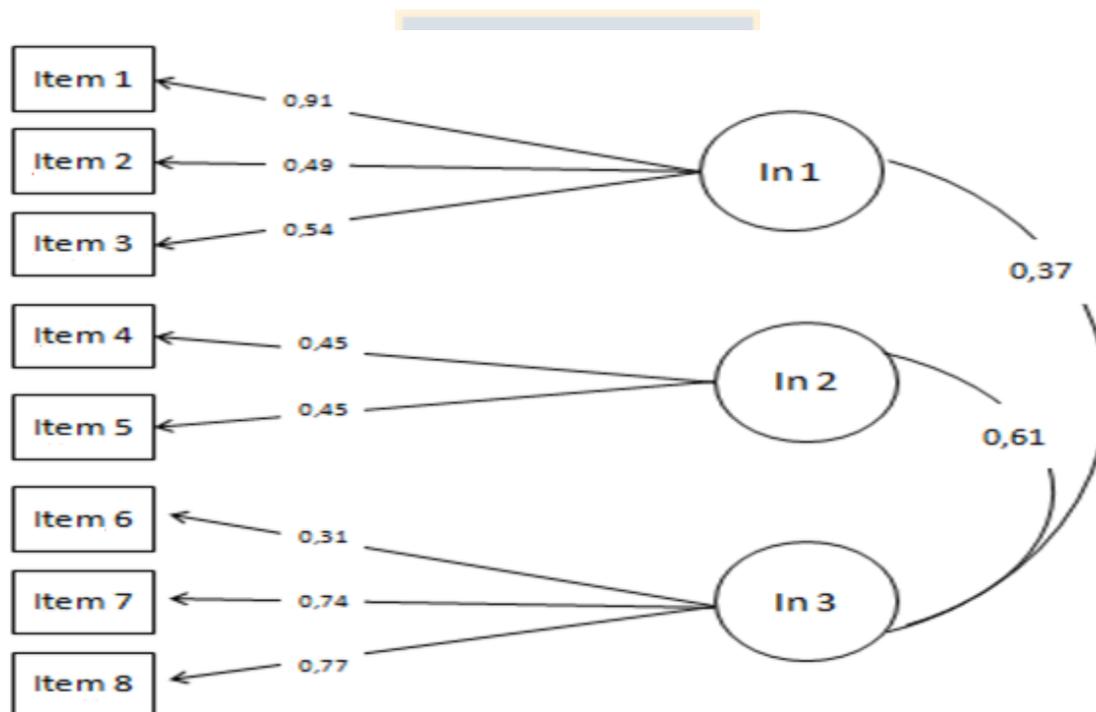
Modelos	χ^2 (p)	CFI	GFI	NFI	AGFI	RMSEA
Un Factor	11.031 (.68)	1.00	.955	.957	.980	.00
Dos Factores	24.585 (.175)	.975	.929	.904	.965	.038
Tres Factores	13.361 (.77)	1.00	.965	.965	.982	.00

Fuente: Elaboración propia

Puede observarse en el diagrama del modelo más abajo (figura 1), que los tres factores presentan correlaciones adecuadas entre sí, sólo que el factor 1, que correspondería a Exploración, tiene una relación significativa pero de baja intensidad con el factor 3 que corresponde a Inferencia, pero no con el factor 2, que corresponde a Comprensión. Si se puede ver una correlación muy alta entre los factores 2 y 3 que podría explicarse por la naturaleza analítica de esas tareas.

Figura 1

Modelo de tres factores de la escala Indagación



Fuente: Elaboración propia

El modelo presentado además demuestra que es adecuado establecer la escala con tres tipos de tareas, en función de las habilidades que se presentan en la Indagación. Los ítems 1, 2 y 3, tendrían una relación significativa y de media a

alta con el factor Exploración, mientras que los ítems 4 y 5 presentan una correlación media y significativa con el factor Comprensión. Se observa que los ítems 6, 7 y 8 presentan una relación significativa con el factor Inferencia; aunque solo el 7 y 8 muestran una alta correlación, en cambio el ítem 6 se observa con una relación de baja intensidad.

Finalmente, el estadístico omega, muestra un nivel de confiabilidad medio de la escala de indagación, debajo de lo esperado, pero aun positivo ($\Omega = .613$). Mientras que el análisis de correlación intraclase obtenido en base a la evaluación de los dos jueces en la submuestra de estudiantes fue de .618 (N=105, M1= 6.9, DS=3.10; M2=9.01, DS=3.11), lo que da cuenta de una consistencia entre jueces adecuada.

b.- Escala Razonamiento probabilístico

El análisis descriptivo de los ítems de la escala indagación, como se muestra en la tabla 1, plantea un rango de respuestas en general, dentro de los parámetros adecuados en términos de distribución con valores de asimetría y curtosis entre 2 y -2 que es lo esperado para una distribución normal según Bollen y Long (citado en Núñez-Alonso, Martín-Albo & Navarro, 2007). Se observa que los ítems 6 y 8 presentan elevada curtosis, lo que podría indicar que los resultados estarían mayoritariamente concentrados cerca de la media.

Tabla 5.

Análisis descriptivos de los ítems de Escala de razonamiento probabilístico

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Asimetría	Curtosis
Item1	325	0	1	,59	,493	-,358	-1,884
Item2	325	0	1	,52	,500	-,068	-1,008
Item3	325	0	1	,72	,450	-,985	-1,037
Item4	325	0	1	,50	,501	-,019	-2,012
Item5	325	0	1	,58	,495	-,319	-1,910
Item6	325	0	1	,70	,461	-,853	-1,280
Item7	325	0	1	,50	,501	,019	-1,012
Item8	325	0	1	,62	,485	-,517	-1,743

Fuente: Elaboración propia

En relación con el promedio de cada ítem, se observa que en las preguntas 1, 2 y 7 el valor es menor a la media aritmética esperada (1,5 puntos), lo mismo para el ítem 8 (1 punto); mientras que en la pregunta 4 el valor es aproximadamente la media aritmética; las preguntas 3, 5 y 6 muestran un promedio mayor a la media aritmética esperada (1 punto). En el análisis de dimensionalidad el análisis factorial exploratorio (AFE) mostró un KMO de 0.551, lo que se considera bajo, mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa ($p=.000$). Los datos sugieren cuatro factores que explican el 73% de la varianza; la rotación VARIMAX señala que los ítems cargan en pares, en uno de los cuatro factores encontrados, lo que podría plantear que existe una influencia de los distintos tipos de tareas en relación con los ítems. Se puede observar que el valor de carga es alto en la mayoría de los ítems (sobre 0.7), lo que indicaría una clara relación con el factor.

Tabla 6.

Matriz de carga factorial de ítems en Escala de Razonamiento probabilístico

	Matriz de componente rotado ^a			
	Factores			
	1	2	3	4
item_2	.937			
item_1	.924			
item_6		.849		
item_5		.808		
item_3			.842	
item_4			.818	
item_8				.855
item_7				.615

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

Fuente: Elaboración propia



El análisis de confiabilidad muestra un alfa de Cronbach de 0.554, lo que se considera bajo lo esperado y cuestionable.

Fase 2. Validación del programa de intervención.

Se recibieron las evaluaciones de los tres jueces contactados para la revisión de la planificación y material del programa.

Tabla 7.

Datos de los evaluadores del programa y materiales

Nombre	Institución	Profesión/grado	Experticia
Christian Miranda	U. de Chile (Chile)	Profesor Ciencias Dr. Educación	- Publicaciones e investigación en pensamiento crítico
Claudio Sepúlveda	U. Diego Portales (Chile)	Profesor de Filosofía Dr (c) Psicología	- Director Centro de razonamiento y Argumentación
Sonia Betancourt	U. de Nariño (Colombia)	Psicóloga Dr. En Psicología	- Publicaciones e investigación en pensamiento crítico

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo de los jueces una evaluación cuantitativa de las sesiones, y una evaluación cualitativa dirigida a mejorar aspectos de la planificación o del material. En la parte cuantitativa, se analizaron los valores de tendencia central (media y desviación estándar) y el coeficiente Kappa, este último con el criterio de acuerdo de Landis y Koch (en Cerda & Villarroel, 2008).

El análisis de concordancia mediante Kappa de Cohen es coherente con el análisis descriptivo, observándose una alta concordancia entre los jueces en la evaluación de los indicadores de claridad y coherencia, mientras que en los de pertinencia y suficiencia, se observan niveles de concordancia bajos (tabla 8).

Tabla 8.

Análisis descriptivo de evaluación global del taller (media, desviación estándar y kappa de Cohen).

Indicador/valores	media	DS	Kappa J1 (J1/J2)	Kappa J2 (J2/J3)	Kappa J3 (J3/J1)
Claridad	1	0	1	1	1
Pertinencia	0,75	0,43	0,25	0,4	0,29
Coherencia	1	0,16	1	0,9	0,9
Suficiencia	0,40	0,49	0	0,33	0,33

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores mejor evaluados fueron los de claridad de los objetivos, y coherencia entre objetivos y actividades, los que alcanzaron un promedio de 1 (valores de 1 y 0) con una baja dispersión. La pertinencia, que analiza la adecuación de las actividades en cada sesión, se evaluó en forma medianamente adecuada (0,75), señalándose que las sesiones 6 y 12, que corresponden al trabajo dirigido a la disposición hacia el pensamiento crítico, no son realmente necesarias para el taller.

El indicador de coherencia se evalúa muy bien, alcanzando un 0,9 y donde solamente uno de los jueces plantea reparos respecto a la relación entre las mencionadas sesiones de disposición con los objetivos del taller. Finalmente, el indicador peor evaluado fue el de suficiencia, relacionado con los materiales a utilizar en las sesiones (textos y manual) que alcanzó solo un 0,4 de puntuación promedio. En este indicador, uno de los jueces señaló que no pudo abrir el archivo que contenía el manual, mientras que otro señaló que los ejercicios debían estar dirigidos hacia la formación docente en vez del razonamiento científico; se planteó además que se debía analizar la adecuación de los tiempos de las actividades.

En relación con la evaluación cualitativa se aprecia que las sesiones seis y diez se consideraron poco pertinentes con el objetivo general del taller, por lo que

se sugería modificarlas o eliminarlas. Además, se señalaron algunos aspectos que se debían modificar de la planificación, como por ejemplo, revisar el tiempo destinado a algunas actividades, otorgar mayor tiempo al cierre de las sesiones para generar mayor nivel de reflexión en los estudiantes, clarificar conceptos utilizados, señalar explícitamente las fuentes y referencias de los textos utilizados. En base a estas evaluaciones, se realizaron modificaciones en las sesiones para fortalecer la calidad y pertinencia del programa, de manera que fuera claro y coherente para los estudiantes.

Posteriormente, se realizó una aplicación piloto de 6 de las 12 sesiones del programa con 24 estudiantes de pedagogía en Educación General Básica de la Universidad de Concepción, sede Los Ángeles. Se obtuvo una evaluación cuantitativa de las sesiones y las actividades que se percibieron como más relevantes. Los resultados de las evaluaciones de los estudiantes se mostraron favorables a las sesiones como se observa en la tabla 9.

Tabla 9.

Promedios y desviaciones estándar de evaluación de sesiones aplicación piloto*

	S1	S3	S5	S7	S9	S11
Prom	3,82	3,86	3,91	3,91	3,95	3,86
DS	0,39	0,47	0,43	0,29	0,21	0,35

*Resultados según escala de 0 a 4

Fuente: Elaboración propia

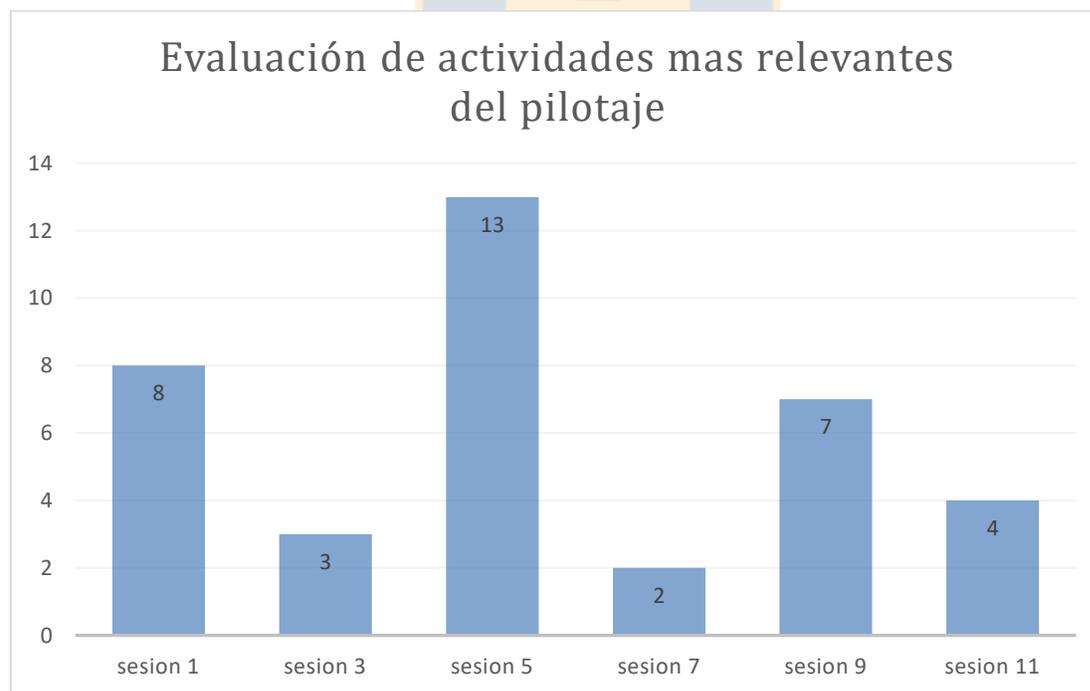
Las sesiones mejor evaluadas en relación con la claridad de los objetivos, la pertinencia de actividades, la coherencia entre actividad y objetivo, y la suficiencia

del material, fueron: la sesión once, que se centró en uso de hipótesis frente a la ambigüedad, seguida de las sesiones cinco (uso de inferencia) y siete (desarrollo de hipótesis). La menos valorada fue la sesión uno, donde se explicó el programa y se analizó la habilidad de indagación.

Por otro lado, se consultó a los estudiantes respecto a las actividades que fueron más relevantes a su juicio, en el taller. Siendo valoradas las relacionadas a uso de inferencias en la indagación (sesión 5), la definición de pensamiento crítico (sesión 1), y el uso de hipótesis frente a la ambigüedad (sesión 9).

Figura 2.

Evaluación de actividades más relevantes en las sesiones



Fuente: Elaboración propia

Con esta evaluación se introdujeron algunos cambios en las sesiones tres y siete para hacerlas más motivantes y claras para los estudiantes.

Fase 3. Aplicación del programa y evaluación de su impacto.

1.- Análisis aplicación pretest.

1.1.- Análisis descriptivos global:

Se observa que el grupo experimental alcanza en la aplicación pretest una media de 9.20 puntos, en la escala de indagación, la que se encuentra algo menor que el valor de la media aritmética del instrumento (puntaje total, 20 pts.); mientras que en la escala de razonamiento probabilístico, este grupo alcanza una media de 3.37, la que se encuentra así mismo algo bajo en relación con la media aritmética de la escala (puntaje total, 8 pts.). Los valores de asimetría y curtosis se encuentran dentro de lo adecuado según Bollen y Long (en Núñez-Alonso, Martín-Albo & Navarro, 2007).

Por otra parte, el grupo control presenta en la aplicación pretest una media de 8.59 puntos, en la escala de indagación, la que se encuentra algo menor que el valor de la media aritmética del instrumento (puntaje total, 20 pts.); mientras que en la escala de razonamiento probabilístico, este grupo alcanza una media de 3.54, la que se encuentra así mismo algo bajo en relación con la media aritmética de la escala (puntaje total, 8 pts.). Los valores de asimetría y curtosis se encuentran dentro de lo adecuado según Bollen y Long (en Núñez-Alonso, Martín-Albo & Navarro, 2007).

Tabla 10

Datos descriptivos aplicación pretest

	Grupo experimental			Grupo control		
	Media (DS)	Asimetría	Curtosis	Media (DS)	Asimetría	Curtosis
Indagación	9.20 (3.12)	-0.174	-0.703	8.59 (2.92)	-0.041	-0.762
Razonamiento probabilístico	3.37 (1.53)	0.287	0.440	3.54 (1.61)	0.550	-0.431

Fuente: Elaboración propia

1.2.- Análisis descriptivos por características de formación y demográficas.

Se presenta a continuación, algunos análisis descriptivos realizados en función de características de formación profesional, relacionadas a la universidad de origen y carrera, así como a características demográficas como edad y sexo. Respecto a la formación profesional, el análisis por carreras muestra, en la tabla 11, que las variables indagación y razonamiento probabilístico tienen un desempeño similar entre las carreras aun cuando muestran leves diferencias. En indagación la carrera de Pedagogía en ciencias presenta un nivel algo mayor que el alcanzado en Pedagogía en matemáticas; lo mismo ocurre en razonamiento probabilístico.

Dentro del mismo foco de análisis, esta vez por universidad, se puede observar que la Universidad de Concepción (UDEC) presenta un desempeño levemente mayor en indagación que la Universidad del Bío-Bío (UBB); en cambio, en relación con la variable razonamiento probabilístico, los niveles son muy similares (tabla 11).

Por otra parte, respecto a las características demográficas, en particular referido al sexo, se puede observar que el desempeño en Indagación es muy similar entre hombres y mujeres; pero en cambio, en razonamiento probabilístico, las mujeres presentan un desempeño levemente mayor que los hombres.

En relación con la edad, se encontraron tres grupos de edad agrupados en rangos de tres años. Se puede observar que el grupo de mayor edad presenta los niveles más altos en ambas variables (indagación y razonamiento probabilístico) en comparación con los otros grupos de edad. El grupo 1, de 18 a 20 años presenta un desempeño mayor que el grupo 2 (21 a 23 años) en indagación, pero solo en indagación; en razonamiento probabilístico, el resultado es mayor para el grupo 2 que para el uno.

Tabla 11

Datos descriptivos de las variables en el pretest según tipo de grupo

Variable/ agrupamiento	G. experimental M(SD)	G. control M(SD)	Normalidad	p	Homo- cedasticidad (Levene)	p
<i>Indagación</i>						
Carrera						
Ped. matemáticas	8.85 (3.39)	8.50 (2.8)	Z= 0.677	0.749	F= 0.058	0.811
Ped. Ciencias	9.41 (2.98)	8.64 (3.05)				
Institución						
UBB	8.93 (3.18)	8.65 (3.17)	Z= 0.931	0.351	F= 0.012	0.913
UDEC	10.0 (2.88)	8.40 (2.12)				
Sexo						
Mujeres	9,17 (3.34)	8.57 (2.8)	Z= 0.479	0.978	F= 0.424	0.517
Hombres	9.26 (2.75)	8.67 (3.89)				
Edad						
Menos 20	9.41 (3.27)	8.78 (2.94)				
21 a 23	7.64 (2.66)	7.63 (3.25)	X ² = 0.756	0.685	F= 0.164	0.849

Más 24	10.67 (2.45)	9,00 (2.61)				
<hr/>						
Razonamiento probabilístico						
Carrera						
Ped. matemáticas	3.80 (1.47)	3.81 (1.64)				
Ped. Ciencias	3.12 (1.83)	3.36 (1.60)	Z= 0.174	0.847	F= 0.012	0.615
Institución						
UBB	3.28 (1.60)	3.71 (1.66)				
UDEC	3.64 (1.34)	3.0 (1.41)	Z= 0.544	0.924	F= 2.128	0.148
Sexo						
Mujeres	3.6 (1.56)	3.66 (1.57)				
Hombres	2.95 (1.43)	2.83 (1.84)	Z= 0.682	0.74	F= 3.58	0.551
Edad						
Menos 20	3.22 (1.45)	3.56 (1.72)				
21 a 23	3.31 (1.18)	4.0 (1.31)	X ² = 0.944	0.608	F= 0.086	0.918
Más 24	4.0 (2.18)	2.83 (1.47)				

Fuente: Elaboración propia

Si bien se observan ciertas diferencias entre las agrupaciones realizadas en el análisis descriptivo, se aplicó un análisis de diferencia de medias (T Student y Anova) por grupo, institución y carrera, o por variables demográficas, para determinar si tales diferencias son significativas o no. En primer lugar, se muestran en la tabla 11, señalada anteriormente, los estadísticos que permiten determinar los supuestos de estos análisis, para ambas variables, indagación razonamiento probabilístico, tanto de normalidad (Z de Kolmogorov-Smirnov) como de homocedasticidad (Levene) en los diferentes agrupamientos.

Para la característica edad, se debió modificar el estadígrafo usado debido a que se organizaron tres grupos, por lo que la normalidad se analizó con prueba No

paramétrica de Kruskal-Wallis, y para la diferencia de medias se utilizó Anova de una vía. Los datos reflejan que las muestras presentan características de normalidad, así como de homocedasticidad.

Además de analizar los supuestos y validar con ellos los análisis de diferencia de medias, se aplicó un estadístico de diferencia de medias para verificar que no existieran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos control y experimental, que pudieran incidir como variables ajenas en la validación de las hipótesis. No se encontró diferencias estadísticamente significativas en la variable indagación, en relación con el tipo de grupo con $t=-0.102$, $p=0.914$; tampoco con la carrera, $t=0.677$, $p=0,724$; tampoco hay diferencias respecto a universidad, $t=0.931$, $p=0.351$; ni respecto a sexo, $t= 0.479$, $p=0.978$. Para edad, el anova no arroja diferencias significativas entre los grupos $X^2=0.72$, $p=0.625$.

Respecto a la variable razonamiento probabilístico, se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas en el tipo de grupo con $t= 1.512$, $p=0.137$; tampoco con la carrera, $t= -.180$, $p=0,857$; tampoco hay diferencias respecto a universidad, $t= -0.136$, $p=0.892$, ni respecto al sexo $t= 2.002$, $p=0.45$. Finalmente para edad, el anova no arroja diferencias significativas entre los grupos $F (2, 92)=3.52$, $p=0.705$.

1.4.- Correlaciones entre habilidades

Se aplicó el estadígrafo de Pearson para analizar la posible relación entre las variables de indagación y razonamiento probabilístico en el pretest, y el resultado no fue significativo ($r=0.163$, $p=0.114$), lo que plantea que en esta medición no habría relación entre ambas variables.

2.- Análisis aplicación postest:

2.1.- Análisis descriptivos globales:

Se observa en la tabla 12 más abajo, que el grupo experimental alcanza en la aplicación postest una media de 11.34 puntos, en la escala de indagación, la que se encuentra sobre el valor de la media aritmética del instrumento (puntaje total, 20 ptos.); del mismo modo, en la escala de razonamiento probabilístico, este grupo alcanza una media de 4.39, la que se encuentra levemente por sobre la media aritmética de la escala (puntaje total, 8 ptos.). Los valores de asimetría y curtosis se encuentran dentro de lo adecuado según Bollen y Long (en Núñez-Alonso, Martín-Albo & Navarro, 2007).

Tabla 12

Datos descriptivos aplicación postest

	Grupo experimental			Grupo control		
	Media (DS)	Asimetría	Curtosis	Media (DS)	Asimetría	Curtosis
Indagación	11.34 (2.49)	-0.86	0.008	7.39 (2.95)	0.735	0.749
Razonamiento probabilístico	4.39 (1.74)	0.216	-0.692	3.00 (2.15)	0.559	-0.663

Fuente: Elaboración propia

El grupo control por su parte, obtuvo una media de 7.39 en la escala indagación en la aplicación postest, lo que se sitúa por debajo de la media aritmética del instrumento (puntaje total, 20 ptos.). En la escala de razonamiento probabilístico, se observa una media obtenida de 3, lo que estaría debajo de la media aritmética del instrumento (puntaje total, 8 ptos.). Los valores de asimetría y curtosis se

encuentran dentro de lo adecuado según Bollen y Long (en Núñez-Alonso, Martín-Albo & Navarro, 2007).

2.2.- Análisis descriptivos por características de formación y demográficas.

Respecto al nivel logrado en el posttest según las carreras, se puede observar que en el grupo experimental, la variable indagación muestra un desempeño mayor de la carrera de pedagogía en matemáticas que en la carrera de pedagogía en ciencias. En la variable razonamiento probabilístico se observa un desempeño más equilibrado entre las carreras, con una media similar. Mientras que en el grupo control los valores son similares entre ambos grupos.

Dentro del mismo foco de análisis, esta vez por universidad, se puede observar en el grupo experimental, que la Universidad de Concepción (UDEC) mantiene un desempeño levemente mayor en indagación que la Universidad del Bío-Bío (UBB); lo mismo ocurre en relación con la variable razonamiento probabilístico, donde el nivel alcanzado por los estudiantes de la UDEC es mayor que el alcanzado por los estudiantes de la UBB (tabla 13). Por otra parte, respecto a las características demográficas, en particular referido al sexo, se puede observar que el desempeño en Indagación es mayor en mujeres que en hombres; en cambio, en relación con el razonamiento probabilístico, las mujeres presentan un desempeño similar al de los hombres. Del mismo modo que lo señalado en el párrafo anterior, en el grupo control los resultados son similares entre ambos grupos.

Respecto al sexo, en el grupo experimental hay una diferencia en favor a las mujeres por sobre los hombres en la variable indagación, pero no en razonamiento

probabilístico; en cambio en el grupo control hay un desempeño similar en indagación, pero diferencias en favor de las mujeres en razonamiento probabilístico.

En relación con la edad, se mantienen los tres grupos de edad, en rangos de tres años. Se puede observar que el grupo de mayor edad presenta el nivel más bajo en indagación, en comparación con los otros grupos de edad; y, por otra parte, presenta el nivel más alto en razonamiento probabilístico. En el grupo experimental, el grupo 2, de 21 a 23 años presenta un desempeño mayor que los otros dos grupos de edad en indagación, pero en razonamiento probabilístico, el resultado es mayor para el grupo 3 (más de 24 años) que para el 1 y el 2. En el grupo control el que presenta mayor desempeño es el grupo 1 (18 a 20 años) en indagación, pero en razonamiento probabilístico es el grupo 3 (más de 24 años).

Tabla 13

Datos descriptivos de las variables en el postest según tipo de grupo

Variable/ agrupamiento	G. experimental M(SD)	G. control M(SD)
<i>Indagación</i>		
Carrera		
Ped. matemáticas	12.05 (2.59)	7.18 (3.66)
Ped. Ciencias	11.88 (2.47)	7.47 (2.71)
Institución		
UDEC	11.55 (2.47)	7.15 (2.85)
UBB	13.07 (2.27)	7.50 (3.04)
Sexo		
Mujeres	12.31 (2.45)	7.52 (3.16)
Hombres	11.26 (2.50)	7.00 (2.26)
Edad		
Menos 20	11.44 (2.45)	8.14 (3.06)

21 a 23	13.15 (2.23)	6.92 (2.94)
Mas 24	12.00 (2.69)	5,80 (2.04)
<hr/>		
Razonamiento probabilístico		
Carrera		
Ped. matemáticas	4.40 (1.73)	2.73 (2.15)
Ped. Ciencias	4.38 (1.78)	3.10 (2.17)
Institución		
UDEC	4.86 (1.46)	3.62 (2.60)
UBB	4.23 (1.82)	2.71 (1.88)
Sexo		
Mujeres	4.43 (1.75)	3.13 (2.22)
Hombres	4.32 (1.70)	2.60 (1.96)
Edad		
Menos 20	4.13 (1.83)	2.59 (1.89)
21 a 23	4.77 (1.74)	3.33(2.64)
Más 24	4.78 (1.39)	3.71 (1.98)

Fuente: Elaboración propia

1.3.- Impacto del programa Pencrit – RC en las habilidades de indagación y razonamiento probabilístico.

Se presenta a continuación el análisis de covarianza utilizado para analizar la existencia de diferencias entre los grupos experimental y control que da cuenta del nivel de impacto del programa en los participantes, en relación con las hipótesis planteadas.

En la variable indagación, el análisis de los supuestos de esta prueba muestra que se cumple el criterio de normalidad en los grupos (verificado

anteriormente); así mismo existe linealidad entre las observaciones, verificado con regresión lineal ($R^2=0.417$, $b= -0.646$, $p<0,05$) y hay normalidad en los residuos¹; por otro lado, en relación con la homocedasticidad, el test de Levene señala que $F(1,92)=0.558$, $p=0.457$, lo que muestra que no hay diferencias en las varianzas poblacionales.

Se observa en la tabla 14, que la distribución por grupo (experimental y control) presentó diferencias estadísticamente significativas en esta variable, con $F(1,92)= 64.138$, $p< 0,05$.

Por otra parte, en la variable razonamiento probabilístico se observa que el análisis de los supuestos se cumple respecto al criterio de normalidad en los grupos (verificado anteriormente); así mismo existe linealidad entre las observaciones, verificado con regresión lineal ($R^2=0.115$, $b= -0.340$, $p<0,05$); sin embargo, no hay normalidad en los residuos; en relación con la homocedasticidad, el test de Levene señala que $F(1,92)=0.558$, $p=0.457$, lo que muestra que no hay diferencias en las varianzas poblacionales.

Si bien se observa que en la variable razonamiento probabilístico, la distribución por grupo (experimental y control) presentó diferencias estadísticamente significativas en esta variable, con $F(1,92)= 12.059$, $p< 0,05$.

Tabla 14

Datos de Análisis de Covarianza de variables en estudio

¹ Ver análisis estadísticos en anexos, estadísticos programa

Variable	G. Experimental		G. Control		gl	F	Sig.	η^2 parcial
	Pretest (M; DE)	Posttest (M; DE)	Pretest (M; DE)	Posttest (M; DE)				
Indagación	9.20 (3.12)	11.34 (2.49)	8.59 (2.92)	7.39 (2.95)	1, 92	64.138	.000	.411
Razonamiento probabilístico	3.37 (1.53)	4.39 (1.74)	3.54 (1.61)	3.00 (2.15)	1, 92	12.059	.001	.116

gl= grados de libertad; F=Fischer; η^2 = Eta cuadrado

Fuente: Elaboración propia

Se calculó el tamaño del efecto (TE) de la intervención en la variable indagación, mediante el estadístico eta cuadrado parcial, el cual es utilizado en los análisis de la familia ANOVA, señalando un TE grande ($\eta^2= 0.411$), según lo planteado para este tipo de análisis por Cárdenas y Arancibia (2014). Así mismo, se calculó el tamaño del efecto de la intervención en razonamiento probabilístico, mediante el estadístico eta, que señala un efecto mediano ($\eta^2= 0.116$). Si bien habitualmente el TE es medido por estadísticos como d de Cohen, o Δ de Glass, que son usados en análisis de diferencias de medias con t de Student, el uso de eta cuadrado parcial es utilizado de forma pertinente en el análisis de ANOVA factorial, por lo que la valoración de la magnitud del efecto es diferente a la de los valores d o Δ , considerándose como efecto mediano para ANOVA factorial, un valor entre 0.06 y 0.14, y como efecto grande, un TE sobre 0.14 (Cárdenas y Arancibia, 2014).

Sin embargo, debido a que no se confirmó en el razonamiento probabilístico, uno de los supuestos para el análisis de covarianza, se aplicó como alternativa un análisis de diferencia de medias con características más robustas, aplicando los test de Brown-Forsythe, y el de Welch (Díaz, 2009) que como se observa en la tabla 15 señalan diferencias significativas entre los grupos para esta variable.

Tabla 15

Pruebas robustas de igualdad de medias razonamiento probabilístico

Test	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	11,456	1	75,761	,001
Brown-Forsythe	11,456	1	75,761	,001

a. F distribuida de forma asintótica

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se puede establecer que no existen diferencias significativas entre los otros agrupamientos (sexo, edad, universidad, carrera) en ninguna de las dos variables.

1.4.- Correlaciones entre habilidades

El estadígrafo de Pearson fue nuevamente utilizado para analizar la posible relación entre las variables de indagación y razonamiento probabilístico en el postest, y el resultado, al contrario que en la primera aplicación, fue significativo ($r=0.382$, $p=0.001$), lo que plantea que la intervención podría haber generado una relación en las variables entre los participantes, que no existía en el inicio del taller, lo que es un aspecto positivo del programa.

VI. CONCLUSIONES

6.1.- Conclusiones generales

El estudio del pensamiento crítico es una de las áreas complejas de la psicología actual, debido a la existencia de múltiples definiciones y caracterizaciones surgidas en base a diferentes perspectivas teóricas y disciplinas que se han encargado de estudiarlo. Esta dificultad respecto al análisis de las diferentes tradiciones ontológicas y conceptuales, en las que poco se ha profundizado (Davies, 2013), no ha permitido tener un eje de análisis claro que permita comprender las dificultades y potencialidades de las propuestas generadas para su aplicación en contextos educativos, lo que se convierte en un obstáculo para establecer un consenso respecto a cómo se entiende y se promueve el pensamiento crítico (Abrami et al., 2008; Bensley y Spero, 2014; Davies, 2013).

Aun con toda la diversidad de definiciones y concepciones sobre esta habilidad, se puede señalar que su esencia es eminentemente cognitiva, pues las definiciones apuntan a que es un proceso racional, sistemático, analítico y evaluador de la información derivada del medio social, sea aquella escrita, conductual o discursiva, que las personas encuentran en su vida diaria o en su desempeño laboral (Marin y Halpern, 2012; Yang, 2012). Al pensar críticamente se buscan y analizan las razones que sustentan una afirmación o tesis, además es posible reconocer procesos de evaluación o juicio, al revisar las cualidades de validez de las razones encontradas; además, se reconoce el uso de metacognición, al

reflexionar de modo constante respecto a la cantidad y calidad de las razones y su validez (Beltrán y Torres, 2009; Saiz y Rivas, 2011).

Como praxis humana, el desarrollo del pensamiento crítico es un elemento fundamental para las personas, tanto en la vida cotidiana (Butler, 2012; Marin y Halpern, 2011; Saiz y Rivas, 2008), como en ámbitos profesionales (Eterovic y Stieповich, 2010; Martínez y Pascual, 2013), ya que no solo está relacionada al desarrollo de una disciplina, sino que además, es un proceso relevante para los distintos estudiantes universitarios como parte de las competencias profesionales básicas que demanda el siglo XXI (Hawe, 2003), pues permite fortalecer el proceso de toma de decisiones (Saiz y Rivas, 2011).

Al revisar los programas de formación docente de algunos países latinoamericanos, se observa un desarrollo escaso de experiencias y programas en pensamiento crítico, que no se encuentra acorde a la larga data de esta línea de investigación, ni a la profusión de programas y modelos probados en países anglófonos. Por otra parte, el desarrollo de habilidades de razonamiento científico y crítico ha sido un ámbito poco trabajado en la formación de pedagogos, a pesar de contar con variadas experiencias en otras áreas disciplinarias el área salud, ingeniería y psicología (Bao et al., 2009; Olivares y Heredia, 2012; Ordoñez, 2014; Sánchez, 2012). Se puede observar, sin embargo, un incipiente interés de fortalecer esas habilidades en la formación de docentes de ciencias (Ding, 2014; Piquart et al., 2010), puesto que el razonamiento científico y crítico es una competencia relevante en la actualidad para lograr un manejo efectivo de la información y de la

toma de decisiones profesionales (Gil-Pérez y Vilches, 2014; González et al., 2009; Saiz y Rivas, 2011).

El pensamiento crítico es una competencia relevante para los docentes en formación y en ejercicio, así como necesaria para el desarrollo efectivo del desempeño profesional, pues fortalece las habilidades de pensamiento, permitiendo valorar al docente como un profesional reflexivo en sus juicios y frente al conocimiento. Esto es muy importante debido a las características culturales que se presentan en la sociedad actual, donde prima la sobreinformación y la rapidez en las decisiones (Gutiérrez et al., 2013; Yang, 2012), y que se presentan a los futuros docentes como contextos de desempeño. El desarrollo de esta habilidad en los docentes hace más factible que sus estudiantes puedan, a su vez, desarrollar estas habilidades (Guzmán y Sánchez, 2006) ya que como se ha señalado anteriormente, un modo efectivo de generar esta habilidad es a través del modelamiento en base a retroalimentación (Tiruneh et al., 2014), lo cual podrían hacer los docentes en sus prácticas didácticas, si ellos han logrado fortalecerla previamente.

El resultado de la intervención da una base empírica para sustentar esta idea, ya que parte importante de la metodología del taller PENCRIIT-RC fue el modelamiento de la habilidad en base a retroalimentación, y sus resultados positivos podrían respaldar el uso de ese método.

Como habilidad compleja y necesaria para el desarrollo profesional, se han generado diferentes programas para incorporarlo como competencia profesional en las instituciones de educación superior (Madariaga y Schaffernicht, 2013). Aporta a estas competencias profesionales, la capacidad de razonar científicamente con la

finalidad de que informaciones y situaciones sean enfrentadas de manera certera y fundamentada.

Esta perspectiva de entender al pensamiento crítico como parte del razonamiento científico es solo una de las vías de aplicación que se han desarrollado a partir de este concepto (Bao et al., 2009; González et al., 2009; Gil-Pérez y Vílchez, 2004). Es relevante para la formación docente, pues uno de los puntos débiles de la formación de profesores ha sido la menor preocupación por el desarrollo de capacidades profesionales (Ávalos, 2007), entre ellas, las científicas e investigativas.

El haber planteado un programa nuevo para desarrollar el pensamiento crítico en futuros docentes relacionados con el área de las ciencias, es una apuesta necesaria debido a las escasas experiencias que se han realizado en Chile a nivel universitario, siendo incluso más escasas aún, aquellas que incorporan la metodología de infusión directa. Contar con información sobre la validez de un programa así permitirá replicar la experiencia para fortalecer la formación inicial docente.

6.2.- Respuesta a pregunta de investigación e hipótesis

En relación con el problema de investigación planteado en torno al impacto de un programa de pensamiento crítico en las habilidades de razonamiento científico, tanto de indagación como de razonamiento probabilístico, se puede concluir a partir de los datos que el programa Pencrit-RC presenta un impacto positivo y significativo en ambas habilidades, pues a partir de los datos se puede constatar que el grupo experimental, es decir, los participantes del programa,

lograron diferencias estadísticamente significativas en comparación con el grupo control, que fueron estudiantes de las mismas carreras, pero no participantes del programa.

De este modo, la hipótesis 1, referida a que la aplicación del programa de pensamiento crítico PENCRI-RC produciría un aumento estadísticamente significativo en la habilidad de indagación en estudiantes de pedagogía que participan del mismo, en comparación con los que no participan, fue validada completamente. Se logró un cambio importante en la habilidad entre la medición del pretest y el posttest, con diferencias estadísticamente significativas, y un tamaño de efecto considerado como grande (0.411) para el nivel de análisis (ANOVA factorial), según Cohen (en Cárdenas y Arancibia, 2014).

Este cambio fue no solo significativo, sino además importante, dando evidencia de que la habilidad de indagación es factible de desarrollar por medio del pensamiento crítico. Esto puede deberse a que la búsqueda sistemática y evaluada de información, eje central del pensamiento crítico, tiene una fuerte relación a nivel conceptual con la indagación (Camacho et al., 2008; Garritz, 2010).

La hipótesis 2, referida como que la aplicación del programa de pensamiento crítico PENCRI-RC producirá un aumento estadísticamente significativo en la habilidad de pensamiento probabilístico en estudiantes de pedagogía que participan del mismo, en comparación con los que no participan, fue así mismo validada, encontrándose de igual modo, diferencias significativas entre el pretest y posttest, y un tamaño considerado grande (0.116) según Cohen (en Cárdenas y Arancibia, 2014).

La habilidad de razonamiento probabilístico presentó en todo caso un tamaño de efecto más pequeño que en la variable de indagación, lo que indicaría que el cambio tuvo menor impacto, posiblemente debido a que es una habilidad que requiere de un trabajo cognitivo mayor. Se ha visto en otros estudios un menor desarrollo de esta habilidad en estudiantes secundarios (Beltrán y Torres, 2009; Jaimes y Ossa, 2016) al participar en programas de pensamiento crítico, lo que podría indicar que no se logra desarrollar en el sistema educativo formal, siendo parte básicamente de la formación especializada universitaria. Lo anterior puede ser un obstáculo para el desarrollo del razonamiento científico puesto que dicha habilidad tiene mucha relación con la toma de decisiones.

Un aspecto que se observa en los resultados del postest es que en el grupo control, los promedios en las variables medidas descendieron levemente respecto de su medición en el pretest. Lo anterior podría explicarse por un factor motivacional probablemente, ya que el postest se aplicó cerca del cierre del semestre, donde los estudiantes tenían otras actividades a las que atender; por otro lado, aunque igualmente relacionado con el tema motivacional, el responder efectivamente a las tareas de pensamiento crítico requiere de un adecuado nivel de motivación que permita fortalecer las habilidades cognitivas (Saiz et al, 2013; Jaimes y Ossa, 2016). Los participantes del programa tenían en las actividades, una continua presentación de temas y situaciones significativos para su desarrollo personal y disciplinario, lo que debería haber mantenido alto el nivel de motivación para el logro de esta habilidad, sin embargo, el grupo control no contaba con dicho elemento, pudiendo sentirse menos motivado a responder correctamente o a desarrollar la habilidad de pensamiento crítico requerida.

Otros datos relevantes que arrojó el estudio tienen relación con no haber encontrado diferencias entre carreras ni universidades en las variables medidas, tanto en el pretest como en el postest, considerando que se podría esperar que pedagogía en ciencias tiene mayor vínculo con la habilidad de indagación, y pedagogía en matemáticas, con razonamiento probabilístico, en razón de que son temas relacionados al campo disciplinario de cada una de esas carreras. Así mismo podría considerarse que por ser dos instituciones diferentes, habría diferencias respecto al desarrollo de las habilidades medidas, sin embargo, a pesar de que los estudiantes de UDEC presentaron medias mayores en las habilidades que los estudiantes de la UBB, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En las variables relacionadas a sexo y edad, se dio una situación similar en cuanto a edad, donde no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes rangos etarios encontrados, para ninguna de las dos variables, tanto en el pretest como en el postest. Sin embargo, respecto a sexo, se debe considerar que en el pretest aparece una diferencia significativa en favor del grupo de participantes mujeres en razonamiento probabilístico, pero posterior al taller, esta diferencia se elimina, quedando ambos grupos con un puntaje similar, aunque con leve tendencia aún de las mujeres por sobre los hombres.

Este dato resulta ser altamente interesante pues va en contra de una línea de investigación que plantea diferencias en relación con el sexo, en base a características biológicas o culturales (Agencia de calidad, 2013; Burges, 2006; Echavarri, Godoy y Olaz, 2007; Sánchez, 1994), si bien existe por otra parte, un conjunto de autores que señalan no haber encontrado diferencias en el razonamiento entre hombres y mujeres, o bien, haber detectado que las diferencias

disminuyen si se les brindan condiciones similares (Ferrandis, Bermejo, Sainz, Ferrando y Prieto, 2008; Postigo, Pérez y Sanz, 1999). Es necesario continuar investigando este aspecto para tener mayor certeza de la existencia o no de diferencias entre hombres y mujeres en lo que respecta al razonamiento.

Otro aspecto que resulta relevante de analizar es la relación entre las variables investigadas, puesto que aun cuando se plantea teóricamente que ambos procesos (indagación y razonamiento probabilístico), son parte del razonamiento científico y se conjugan en el procesamiento de datos (Piquart et al., 2010; Rodríguez et al., 2010). Si bien en un comienzo no se encontró correlación al comienzo de la investigación (pretest) entre ambas variables, posterior a la intervención, se halló una correlación significativa entre las variables, apoyando la vinculación entre pensamiento crítico y razonamiento científico (Altuve, 2010), lo que podría ser indicativo de que el pensamiento crítico es un proceso que mejora la comprensión de esta relación ya que permite organizar los datos y evaluarlos de un modo sistemático y reflexivo.

En un último comentario respecto a los instrumentos, se puede señalar que la escala de indagación demostró ser una escala pertinente y confiable, presentando un buen ajuste de sus factores y relaciones adecuadas de los ítems que la componen. Por otra parte, la escala de razonamiento probabilístico es la que mayor dificultad presenta, pues además del cuestionable nivel de confiabilidad, presenta dificultades en la verificación de los supuestos para el análisis de varianza, ya que, al ser de respuesta dicotómica, la variabilidad es menor y podría ser la base de las dificultades del análisis.

Lo anterior se relaciona con la dificultad de contar con buenos indicadores de confiabilidad y validez en pruebas de desempeño que midan variables cognitivas, ya que se ha visto en otros estudios, que los niveles de confiabilidad en instrumentos de desempeño sobre razonamiento o pensamiento crítico, van de moderado a adecuado (Butler, 2012; Brunner y Süß; Garfield, 2003; Marin y Halpern, 2011). Es necesario por tanto, la generación de nuevos instrumentos que permitan registrar la complejidad de los procesos cognitivos, involucrados, tanto en el razonamiento científico como en el pensamiento crítico, y que sean sensibles a respuestas basadas en desempeños no dicotómicos (presencia o ausencia), lo cual es fundamental para lograr mayores indicadores de confiabilidad.

6.3.- Evaluación del programa PENCRI-RC

Se considera que el programa de pensamiento crítico para el razonamiento científico PENCRI-RC es efectivo ya que los resultados evidencian diferencias significativas en las variables medidas, entre el pretest y el postest. Ello podría explicarse por la coherencia lograda entre las actividades y el objetivo del programa, en base a desarrollar las habilidades de indagación y razonamiento probabilístico, y en la pertinencia del modelo teórico de pensamiento crítico como proceso cognitivo centrado en la acción, y que comprende ejecutar procesos de razonamiento práctico y proposicional, entre otros, apoyados por la metacognición (Saiz y Rivas, 2011; Saiz y Rivas, 2012).

Esta coherencia metodológica y teórica es fundamental ya que el razonar científicamente comparte procesos cognitivos básicos del pensamiento crítico, llegando en algunas ocasiones a hacerse sinónimos, aun cuando el pensamiento

crítico tendría una finalidad diferente, enfocada al cambio social y al bienestar del ser humano (Butler, 2012; Saiz y Rivas, 2012).

El poder contar con una guía que estructuró las sesiones (en forma de manual de trabajo), ayudó a centrarse en temáticas dirigidas y concretas de conocimiento, lo que permitió el logro de la característica de infusión del programa. Así mismo, el contar con retroalimentaciones en cada sesión, ayudó a que las habilidades se trabajaran de manera más consciente y clara, lo que fue valorado positivamente por los participantes.

6.4.- Limitaciones y proyecciones

Algunos aspectos que se deben tener en cuenta, por resultar limitaciones en el desarrollo de la investigación, son por un lado, la confiabilidad de los instrumentos que se presenta menor a la esperada habitualmente (alfa de 0.7 al menos); y si bien los valores de la escala indagación están aún en un nivel adecuado, alcanzando un valor de .613, el de la escala razonamiento probabilístico es solo moderado, y posible de ser cuestionado (.554). Esto se encuentra relacionado con lo señalado en el apartado anterior, respecto a la dificultad de contar con un instrumento basado en desempeños, y que sea sensible a la complejidad de la conducta del ser humano.

Por otra parte, se puede plantear como limitación el trabajar solo con estudiantes de universidades tradicionales de la región del Biobío, puesto que limita el alcance de las hipótesis al no considerar todos los elementos de la población, o una muestra representativa de ella a nivel nacional. Esto es importante para generar modelos explicativos replicables y con información posible de generalizar.

Una tercera limitación está relacionada es la conformación del programa PENCRIIT-RC sobre un modelo de pensamiento crítico que es eminentemente cognitivo, y si bien, dicha base teórica reconoce la existencia de otros factores influyentes en el razonamiento como la motivación y la interacción social, aun no logra incorporarlos en un modelo que permita desarrollar experiencias integrando todos estos factores. Este aspecto es importante ya que existen variadas propuestas teóricas sobre pensamiento crítico, y aun no se ha logrado consensuar en un modelo o teoría dominante, lo que da espacio para una amplia diversidad conceptual sobre el constructo; de este modo, la postura considerada en esta investigación solo es una de las generadas en el tema, y por lo tanto puede tener opiniones asiduas, como contrarias.

Una última limitación tiene relación con la cantidad de sesiones del programa, ya que si bien, fue una cantidad adecuada para el trabajo de las actividades relacionadas a la habilidad de indagación, se considera que las relacionadas con el razonamiento probabilístico, podrían requerir una extensión mayor, y en vez de las 12 sesiones proyectadas, el programa podría beneficiarse aumentando a 15 las sesiones para trabajar mejor esta última habilidad.

Por el contrario, las proyecciones que tiene la investigación se orientan, por un lado, a la posibilidad de aplicar el programa PENCRIIT-RC con otros estudiantes de pedagogía, para determinar si las habilidades de razonamiento científico se logran fortalecer en otras especialidades de la pedagogía. Ello es relevante debido a que se plantea para el perfil de competencias de los futuros pedagogos, contar con habilidades de razonamiento crítico y reflexivo para la adecuada realización de

su desempeño profesional (Mineduc, 2012), y el programa ha demostrado efectividad en su desarrollo.

Así mismo es necesario fortalecer y destacar en la aplicación del programa, algunas habilidades específicas, que inciden en el razonamiento y en el pensamiento crítico, como son la metacognición y los sesgos cognitivos (Ku y Ho, 2010; Nieto, 2002; Saiz y Rivas, 2012). Estas habilidades específicas no se consideraron directamente como variables por una decisión teórica y metodológica, incorporándose secundariamente en algunas actividades; sin embargo, durante el desarrollo del programa, se constató su aparición en el razonamiento de los participantes durante las sesiones, considerándose como variables que deben considerarse más profundamente en una siguiente investigación.

También se considera interesante, investigar otras habilidades implicadas en el razonamiento científico, como la inferencia, el modelamiento, predicciones y explicaciones, que son importantes en la ciencia (Mineduc, 2012), pero que resultan tener complejidad; y analizar su relación con el pensamiento crítico, para determinar si este último es un componente que permite su adecuada promoción en los futuros docentes.

Se considera necesario, además, profundizar en la búsqueda y desarrollo de nuevos instrumentos para medir el pensamiento crítico, que permitan considerarlo desde una perspectiva más integradora y no solo como desde la postura cognitiva clásica, y que logren niveles de validez adecuados, de manera de contar con instrumentos efectivos que permitan desarrollar esta habilidad en la población chilena.

Por último, si bien no se han encontrado estudios que permitan replicar o refutar estos hallazgos, por lo que se debe considerar con cierta reserva estos resultados, ya que podrían existir otros factores que expliquen el cambio logrado, se tiene cierta base de confianza en que la metodología del programa, basada en infusión directa, es una línea de trabajo factible y promisoría para la intervención en pensamiento crítico.



VII. REFERENCIAS

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R., & Zhang, D. A. (2008). Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: A stage one meta-analysis. *Review of Educational Research*, 78(4), 1102-1134. Doi:103102/0034654308326084
- Agencia de Calidad de la Educación, (2013). Diferencias actitudinales entre hombres y mujeres en matemática. Análisis de los resultados de la Prueba pisa 2012. *Apuntes sobre la calidad de la educación*, 1(12). En: http://archivos.agenciaeducacion.cl/biblioteca_digital_historica/estudios/2013/apunte12_2013.pdf
http://archivos.agenciaeducacion.cl/biblioteca_digital_historica/estudios/2013/apunte12_2013.pdf
- (2014). *Informe Nacional Resultados Chile PISA 2012*. Agencia de Calidad de la Educación. División de Estudios, Departamento de Estudios Internacionales. Chile: Ministerio de Educación. En: www.agenciaeducacion.cl
- Akarsu, B. (2010). Turkish pre-service teacher's perspectives of demonstrations and hands-on activities in science classrooms. *Latin American Journal Physics Education*, 4(3), 506-510. En: <http://www.lajpe.org>
- Akdere, N. (2012). *Turkish pre-service teachers' critical thinking levels, attitudes and self-efficacy beliefs in teaching for critical thinking*. Thesis submitted for the degree of doctor in philosophy in the Department of Educational Sciences. Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University, Singapore

- Altuve, J. (2010). El pensamiento crítico y su inserción en la Educación Superior. *Actualidad Contable FACES*, 13(20), 05-18
- Antequera, G. (2011). La promoción del pensamiento crítico en el aprendizaje basado en problemas (ABP). Un análisis a partir de los instrumentos de medición. *Observar*, 5, 68-94
- Araneda, A., Del Pino, G., Estrella, S., Icaza, G. & San Martín, E. (2011). *Recomendaciones para el curriculum escolar del eje Datos y Probabilidad*. Sociedad Chilena de Estadística, Sección Educación estadística. Documento online, recuperado de: <http://www.soche.cl/archivos/Recomendaciones.pdf>
- Ávalos, B. (2007). El desarrollo profesional continuo de los docentes: Lo que nos dice la experiencia internacional y de la región Latinoamericana. *Revista Pensamiento Educativo*, 41(2), 77-99. En: <http://pensamientoeducativo.uc.cl/files/journals/2/articles/417/public/417-934-1-PB.pdf>
- (2009). La inserción profesional de los docentes. *Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado*, 13(1), 43 – 59. En: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev131ART3.pdf>
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y., Wang, Y., Li, L. & Wu, N. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Science* 30, 323(5914), 586-587. doi:10.1126/science.1167740
- Beltrán, M. & Torres, N. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de Educación Media a través del test HCTAES. *Zona Próxima*, 11, 66-85

- Benito, M. (2009). Debates en torno a la enseñanza de las ciencias. *Perfiles Educativos - Tercera época*, XXXI(123), 27-43. En: <http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v31n123/v31n123a3.pdf>
- Bensley, D.A. & Spero, R. (2014). Improving critical thinking skills and metacognitive monitoring through direct infusion. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 55–68. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsc.2014.02.001>
- Bitar, S. (2011). *Formación docente en Chile*. PREAL, Serie Documentos N° 57. En: www.preal.org/publicacion.asp
- Black, B. (2012). An overview of a programme of research to support the assessment of critical thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 7, 122-133. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsc.2012.04.003>
- Burges, L. (2006). Diferencias mentales entre los sexos: innato versus adquirido bajo un enfoque evolutivo. *Ludus Vitalis*, XIV(25), 43-73.
- Butler, H. A. (2012), Halpern Critical Thinking Assessment Predicts Real-World Outcomes of Critical Thinking. *Applied Cognitive Psychology*, 26, 721–729. doi:10.1002/acp.2851
- Brunner, M. & SÜß, H. M. (2005). Analyzing the Reliability of Multidimensional Measures: An Example from Intelligence Research. *Educational and Psychological Measurement*, 65(2), 227-240. doi: 10.1177/0013164404268669
- Camacho, H., Casilla, D. & Finol, M. (2008). La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de Investigación. *Laurus*, 14(26), 284-306)

Campo-Arias, A., Villamil-Vargas, M. & Herazo, E. (2013). Confiabilidad y dimensionalidad del AUDIT en estudiantes de medicina. *Psicología desde el Caribe*, 30(1), 21-35

Cárdenas, M. & Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G* Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud y Sociedad*, 5(2). 210-224

Carmona, G. (2005). Investigación ética y educación moral: el Programa de Filosofía para Niños de Matthew Lipman. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 6(12), 101-128

Cassany, D. (2005). Los significados de la comprensión crítica. *Revista lectura y vida*, 32-45

Cerda, J. & Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Revista Chilena de Pediatría*, 79(1), 54-58

Cisternas, T. (2011). La investigación sobre formación docente en Chile. Territorios explorados e inexplorados. *Calidad en la Educación*, 35, 131-164

Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. & Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 36(2), 279-293. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052010000200016>

Comisión Formación Inicial Docente. (2005). *Informe comisión sobre formación inicial docente*. Santiago de Chile: Mineduc

- Contreras, G. & Villalobos, A. (2010). La formación de profesores en Chile. Una mirada a la profesionalización docente. *Educación y Educadores*, 13(3), 397-417
- Daniel, M. & Auriac, E. (2011). Philosophy, Critical Thinking and Philosophy for Children. *Educational Philosophy and Theory*, 43(5), doi: 10.1111/j.1469-5812.2008.00483.x
- Danielson, C. (2011). *Competencias docentes: desarrollo, apoyo y evaluación*. PREAL. Serie Documentos N° 51. En: www.preal.org/publicacion.asp
- Davies, M. (2013). Critical thinking and the disciplines reconsidered. *Higher Education Research & Development*, 32(4), 529 – 544, doi: 10.1080/07294360.2012.697878
- De Bono, E. (2009). *Cort 1: Herramientas para ampliar el pensamiento*. USA: The McQuaig Group Inc.
- 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
- Díaz, A. (2009). *Diseño estadístico de experimentos (2° ed.)*. Colombia: Edit. Universidad de Antioquía
- Díaz-Barriga, F. (2001). Habilidades de pensamiento crítico sobre contenidos históricos en estudiantes de bachillerato. *Revista mexicana de investigación educativa*, 6(13), 525-554
- Díaz, A. & Quiroz, R. (2003). Propuesta didáctica para desarrollar el pensamiento crítico pedagógico. *Revista El Escéptico*, 38-43. Recuperado el 24/10/2016

de:

https://www.academia.edu/6409663/Propuesta_did%C3%A1ctica_para_desarrollar_el_el_pensamiento_cr%C3%ADtico_pedag%C3%B3gico

Ding, L. (2014). Verification of causal influences of reasoning skills and epistemology on physics conceptual learning. *Physical Review Physics Education Research*, 10(2), 023101- 023105

Dwyer, C., Hogan, M.J. & Stewart, J. (2012). An evaluation of argument mapping as a method of enhancing critical thinking performance in e-learning environments. *Metacognition Learning*, 7, 219–244. doi: 10.1007/s11409-012-9092-1

Echavarri, M., Carlos, J. & Olaz, F. (2007). Diferencias de género en habilidades cognitivas y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Universitas Psychologica*, 6(2), 319-329. Recuperado el 07 de diciembre de 2016, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-92672007000200011&lng=pt&tlng=es.

Espinoza, C. & Sánchez, I. (2014). Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad. *Paradigma*, XXXV(1), 103- 128

Eterovic Díaz, C. & Stiepovich Bertoni, J. (2010). Enfermería basada en la evidencia y formación profesional. *Ciencia y enfermería*, 16(3), 9-14. Recuperado en 14 de julio de 2015, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532010000300002&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0717-95532010000300002.

- Ferrández, C., Bermejo, R., Sainz, M., Ferrando, M & Prieto, M.D. (2008). Estudio del razonamiento lógico-matemático desde el modelo de las inteligencias múltiples. *Anales de psicología*, 24(2), 213-222
- Garfield, J. (2003). Assessing statistical reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 2(1), 22-38. En: <http://fehps.une.edu.au/serj>
- Garriz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 21(2), 106-110
- Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2004). La formación del profesorado de ciencia de secundaria y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores. *Educación Química*, 15(1), 43 – 51
- González C., J. (2005). *Estructura y titulaciones de Educación Superior en Chile*. OEI. En: <http://www.oei.es/homologaciones/chile.pdf>
- González Weil, C., Martínez Larraín, M.T., Martínez Galaz, C., Cuevas Solís, K. & Muñoz Concha, 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
- Gorard, S., Siddiqui, N. & Huat-See, B. (2015). *Philosophy for Children Evaluation report and Executive summary*. Durham University. Online Document. Disponible en: https://v1.educationendowmentfoundation.org.uk/uploads/pdf/Philosophy_for_Children.pdf
- Guzmán, S. & Sánchez Escobedo, P. (2006). Efectos de un programa de capacitación de profesores en el desarrollo de habilidades de pensamiento

crítico en estudiantes universitarios en el Sureste de México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(2). Consultado el 27 de Octubre de 2013 en: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-guzman.html>

Guzmán, I. & Marin, R. (2011). La competencia y las competencias docentes: reflexiones sobre el concepto y la evaluación. *REIFOP*, 14(1), 151-163. Consultada el 13/10/2013, en: <http://www.aufop.com>

Gutierrez, C., Salmeron, P., Martín, A. & Salmerón, H. (2013). Efectos directos e indirectos entre estilos de pensamiento, estrategias metacognitivas y creatividad en estudiantes universitarios. *Anales de Psicología*, 29(1): 159-170. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.1.124651>

Harada, E. (2009). Algunas aclaraciones sobre el “modelo” argumentativo de Toulmin. *Contactos*, 73, 45–56

Hawe, G. (2003). *Pensamiento crítico en la formación universitaria*. Documento de Trabajo 2003/6. Proyecto Mecesup TAL 0101

Heijltjes, A., Van Gog, T. & Paas, F. (2014). Improving Students' Critical Thinking: Empirical Support for Explicit Instructions Combined with Practice. *Applied Cognitive Psychology*, 28, 518-530. doi: 10.1002/acp.3025

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill

Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10705519909540118>

- Jaimes, A. E. & Ossa, C. (2016). Impacto de un programa de pensamiento crítico en estudiantes de un liceo de la Región del Biobío. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 53(2), 1-11. doi: 10.7764/PEL.53.2.2016.6
- Juliá, M.T. (2006). Competencias profesionales del psicólogo educacional: una tarea asociativa. *Revista de Psicología Universidad de Chile*, 15(2). 115-130
- Ku, K. & Ho, I. (2010). Metacognitive strategies that enhance critical thinking. *Metacognition Learning*, 5, 251–267. Doi: 10.1007/s11409-010-9060-6
- Langrall, C., & Mooney, E. (2006). Characteristics of elementary school students' probabilistic reasoning. En: Jones, G. A. (Ed.). *Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning* (Vol. 40). Springer Science & Business Media. 95-119
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, XXXVII(22), 41-60
- Madariaga, P. & Schaffernicht, M. (2013). Uso de objetos de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento crítico. *Revista de Ciencias Sociales (Venezuela)*, XIX(3), 472-484
- Marin, L. & Halpern, D. (2011). Pedagogy for developing critical thinking in adolescents: Explicit instruction produces greatest gains. *Thinking Skills and Creativity*, 6, 1–13
- Martínez, M. & Pascual, M. (2013). La influencia de la enseñanza virtual sobre el pensamiento crítico de los profesores en formación. *Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado*, 17(3), 293 – 306

Medina, A. & Domínguez, M. (2006). Los procesos de observación del prácticum: análisis de las competencias. *Revista española de pedagogía*, LXIV, 233. 69-104

Mineduc. (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media. Actualización 2009*. Documento online, recuperado el 03 de diciembre de 2014, en: http://curriculumenlinea.mineduc.cl/sphider/search.php?query=&t_busca=1&results=&search=1&dis=0&category=7027

----- (2009b). *Ley General de Educación N°20.370*. Stgo., Chile. En: http://www.mineduc.cl/usuarios/convivencia_escolar/doc/201103050142570.Ley_N_20370_Ley_General_de_Educacion.pdf

----- (2010). *Memoria ECBI 2006 – 2009*. Ministerio de Educación: Santiago de Chile

----- (2012). *Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media estándares pedagógicos y disciplinarios*. Lom ediciones: Santiago de Chile

----- (2012b). *Serie Evidencias: Deserción en la educación superior en Chile*. [Texto online] en: <http://www.mineduc.cl/usuarios/bmineduc/doc/201209281737360.EVIDENCIASCEM9.pdf>

Mineduc - Divesup. (2013). *Glosario de términos del directorio de instituciones de educación superior en Chile*. [Texto online], recuperado de <http://divesup.cl/usuarios/1234/File/2013/documentos/Glosario20052012.pdf>

- Miranda, C. (2003). El pensamiento crítico en docentes de Educación General Básica en Chile: un estudio de impacto. *Estudios Pedagógicos*, 29, 39-54
- Miranda, C., Zambrano, F. & Jelves, M. (2010). Incide la formación inicial en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de pedagogía?: insumos desde un estudio de caso para un debate en curso. *Boletín de investigación educativa*, 25(1), 79-98
- Montero, M. (2010). Crítica, autocrítica y construcción de teoría en la psicología social latinoamericana. *Revista colombiana de psicología*, 19(2), 177-191
- Montero, I., & León, O. (2005). Sistema de clasificación del método en los informes de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(1), 115–127.
- Mota de Cabrera, C. (2010). Desarrollo del pensamiento crítico a través del discurso argumentativo: Una experiencia pedagógica en un curso de lectura y escritura. *Entre Lenguas*, 15, 11-23
- Mullis, I., Martin, M., Foy, P. & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. En: <http://timssandpirls.bc.edu/isc/publications.html>
- Nieto, A. M., Saiz, C. & Orgaz, B. (2009). Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 14(1), 1-15.
- Núñez, I. (2007). La profesión docente en Chile: Saberes e identidades en su historia. *Revista Pensamiento Educativo*, 41(2), 149-164

Núñez-Alonso, J., Martín-Albo, J. & Navarro, J. (2007). Propiedades psicométricas de la versión española de la escala de motivación deportiva. *Revista de Psicología del Deporte*, 16(2), 211-223. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235119266007>

OECD (2005). *The OECD assessment of higher education learning outcomes (AHELO)*. Vol. 3. En: <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume3.pdf>

Olivares, S. & Heredia, Y. (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54), 759-778

Olivares, S., Saiz, C. & Rivas, S. (2013). Motivar para pensar críticamente. *Electronic Journal of research in Educational Psychology*, 11(2), 367-394

Ordoñez, O. (2014). Replicar para comprender: prácticas investigativas para promover el razonamiento científico en estudiantes de psicología. *Pensamiento Psicológico*, 12(2), 7-24. doi:10.11144/Javerianacali.PPSI12-2.rcpi

Osorio Angarita, M., Suárez Parra, A. & Uribe Sandoval, C. (2013). Revisión de alternativas propuestas para mejorar el aprendizaje de la Probabilidad. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 38, 127-142

Oyler, D. R. & Romanelli, F. (2014). The Fact of Ignorance Revisiting the Socratic Method as a Tool for Teaching Critical Thinking. *American Journal Of Pharmaceutical Education*, 78(7), 1-9. doi: 10.5688/ajpe787144

Panel de expertos para una educación de calidad. (2010). *Informe final. Propuestas para fortalecer la profesión docente en el sistema escolar Chileno*. Santiago:

Ministerio de Educación. Disponible en:
<http://www.mineduc.cl/biblio/documento/201007091211380.Informe%20final.pdf>

Patrick, H., Anderman, L., Bruening, P. & Duffin, L. (2011). The Role of Educational Psychology in Teacher Education: Three Challenges for Educational Psychologists. *Educational Psychologist*, 46(2), 71-83. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00461520.2011.538648>

Paul, R., & Elder, L. (2003). *La mini-guía para el Pensamiento crítico. Conceptos y herramientas*. Ed. Fundación para el Pensamiento Crítico. En: www.criticalthinking.org

Pedraja, L., Araneda, C., Rodríguez, E. & Rodríguez, J. (2012). Calidad en la formación inicial docente: Evidencia empírica en las universidades chilenas. *Formación universitaria*, 5(4), 15-26

Piquart, M., Guzmán, O. & Sosa, R. (2010). Razonamiento científico e ideas previas en alumnos de ciencias básicas de la UAM Iztapalapa. *Latin American Journal Physics Education*, 4(1), 1056 – 1064

Postigo, Y., Sanz, Á., Echeverría, P. & del Puy, M. (1999). Un estudio acerca de las diferencias de género en la resolución de problemas científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 247-258.

Ramos, M. J. & Hoster, B. (2010). El desarrollo del pensamiento crítico por medio de la evaluación. *Actas cidid: II Congrés Internacional de Didáctiques*, 434, 1-9. Recuperado el 25/06/2105 de: <http://hdl.handle.net/10256/2971>

Reguant, M. (2011). *El desarrollo de las metacompetencias pensamiento crítico reflexivo y autonomía del aprendizaje, a través del uso del e-diario en el*

practicum de formación del profesorado. Tesis para optar al grado de doctor, del programa de Doctorado Educación y sociedad: evaluación y acreditación de programas, Facultad de pedagogía, Universitat de Barcelona. Recuperado el 25/06/2015 de:

<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/42482>

Rex, L. A., Thomas, E. & Engel, S. (2010). Applying Toulmin: Teaching Logical Reasoning and Argumentative Writing. *English Journal*, 99(6), 55-61. Recuperado de: http://digitalcommons.wayne.edu/coe_ted/2

Rodríguez, M., Mena, D. & Rubio, C. (2010). Razonamiento Científico y Conocimientos Conceptuales de Mecánica: Un Diagnóstico de Alumnos de Primer Ingreso a Licenciaturas en Ingeniería. *Formación universitaria*, 3(5), 37-46. Recuperado en 15 de junio de 2015, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062010000500006&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0718-50062010000500006

Rosefsky, A., & Saavedra, J. (2011). Do Colleges cultivate critical thinking, problem solving and interpersonal skills? *Economics of education review*, 30, 1516-1526

Ruffinelli, A. (2013). La calidad de la formación inicial docente en Chile: la perspectiva de los profesores principiantes. *Calidad en la educación*, 39, 117-154. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652013000200005>

Saadé, R., Morin, D., & Thomas, J. (2012). Critical thinking in E-learning environments. *Computers in Human Behavior*, 28, 1608-1617

Saiz, C. & Rivas, S. F. (2008). Evaluación en pensamiento crítico: una propuesta para diferenciar formas de pensar. *Ergo, Nueva Época*, 22-66

- (2011). Evaluation of ARDESOS program an initiative to improve critical thinking skills. *Journal of scholarship of teaching end learning*, 11(2), 34-51
- (2012). Pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas cotidianos. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(3) Octubre-Diciembre, 325 – 346
- Sánchez, I. (2012). Evaluación de una Renovación Metodológica para un Aprendizaje Significativo de la Física. *Formación Universitaria*, 5(5), 51-65
- Sánchez, V. (1994). Diferencia de sexo y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Suma*, 14-15, 18-24
- Sierra, J., Carpintero, E. & Pérez, L. (2010). Pensamiento crítico y capacidad intelectual. *Faísca*, 15(17), 98 – 110
- Stapleton, P. (2011). A survey of attitudes towards critical thinking among Hong Kong secondary school teachers: Implications for policy change. *Thinking Skills and Creativity*, 6(1), 14-23.
- Tenreiro, C. & Márquez, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Rev. Eureka. Enseñanza y Divulgación Científica*, 3(3), 452-466
- Tiruneh, D.T., Verburch A. & Elen, J. (2014). Effectiveness of Critical Thinking Instruction in Higher Education: A Systematic Review of Intervention Studies. *Higher Education Studies*, 4(1), 1-17. doi:10.5539/hes.v4n1p1
- Tiwari, A., Lai, P., So, M. & Yuen, K. (2006). A comparison of effects of problem based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education*, 40(6), 547-554.

Trickey, S. & Topping, K. (2013). Assessing the outcomes of philosophical thinking with children. In: S. Goering, N. Shudak & T. Wartenberg. *Philosophy in schools. An introduction to philosophers and teachers*. New York : Routledge. Taylor and Francis

Tung, C.A., & Chang, S.Y. (2009). Developing Critical Thinking through Literature Reading. *Feng Chia Journal of Humanities and Social Sciences*, 19, 287-317

Unesco- Ceppe (2013). *Antecedentes y Criterios para la Elaboración de Políticas Docentes en América Latina y el Caribe*. Centro de Estudios de Políticas y Prácticas en Educación (CEPPE). Pontificia Universidad Católica de Chile. En:

http://www.ceppe.cl/images/stories/recursos/libros_y_cap/politicasdocentes_espagnol27082013.pdf

Universidad de Concepción. Unidad de Investigación y Desarrollo Docente. (2013). *Desarrollo y Evaluación de Competencias Genéricas en la Universidad de Concepción: Modelos para el desarrollo de las competencias genéricas en los estudiantes de la Universidad de Concepción. Tomo II*. Concepción: Edic. Universidad de Concepción

Valenzuela, J. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(7). En: <http://www.rieoei.org/deloslectores/2274Valenzuela.pdf>

Yang, Y. T. (2012). Cultivating critical thinkers: Exploring transfer of learning from pre-service teacher training to classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 28. 1116 -1130

Yang, S.C. & Chung, T.Y. (2009). Experimental study of teaching critical thinking in civic education in Taiwanese junior high school. *British Journal of Educational Psychology*, 79, 29–55



ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de medición de variables

Escalas para evaluar indagación y pensamiento probabilístico

Estimado/a estudiante, el presente cuestionario es una adaptación de dos escalas para medir componentes esenciales del razonamiento científico, como son la indagación y el pensamiento probabilístico. Ante cada escala se le darán las instrucciones específicas para responder. Este cuestionario es solo para evaluar sus habilidades en el desarrollo de estos componentes y no para medir su nivel de conocimiento o experticia.

Instrucciones generales

- 1.- Lea bien las instrucciones dadas en cada una de las escalas antes de responder.
- 2.- No deje ninguna pregunta sin responder. Es absolutamente necesario que responda cada pregunta, si tiene alguna duda, por favor solicite el apoyo del investigador que toma el test.
- 2.- Las respuestas abiertas escríbalas en forma clara y concisa. Las respuestas de alternativa son de elección única, piense bien antes de responder.
- 3.- La prueba es individual.
- 4.- Tiene 80 minutos para responder.

Recuerde que debe responder a todas las preguntas, la tarea es individual y debe leer toda la información relevante antes de escribir su respuesta.

Por favor escriba su nombre y la carrera a la que pertenece. Recuerde que esta información será confidencial y solo servirá para el registro y los análisis del estudio.

Nombre: _____ Carrera: _____

Sexo: M – F

¡Gracias por su colaboración!

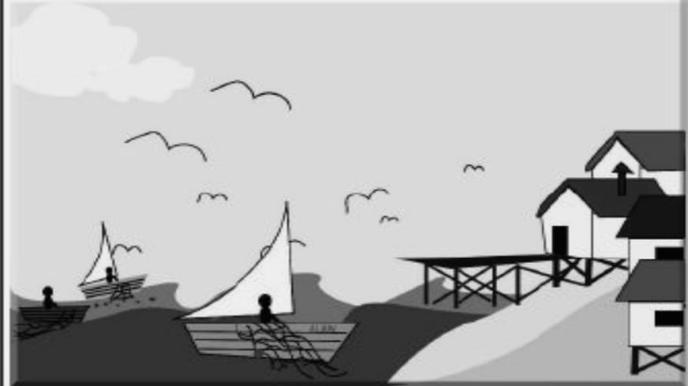
1.- Escala Indagación del Test de Pensamiento Crítico del Educational Testing Service (EPC). Adaptación de C. Miranda (2003)²

Instrucciones:

- 1.- Lea atentamente las preguntas.
- 2.- Conteste cada pregunta **sólo después de leer** la información específica, las notas a pie de página y/o los documentos que así lo ameritan para cada tarea.
- 3.- Utilice solo el espacio asignado para responder a cada pregunta.

Parte I

Instrucción específica: Use la información proporcionada por los dibujos 1 y 2 para contestar las preguntas que se le presentan. Debe fundamentar su respuesta con evidencia aportada desde este

	<p>Dibujos N° 1 “Paisaje característico de caletas pesqueras del centro del País en presencia de un evento Niño”</p> <p>Situación 2. Lunes 7:00 hrs A.M. Con evento Niño.</p> <p>Concentración Fitoplactónica en el mar</p> <ul style="list-style-type: none">0.6mg/cm³0.9 mg/cm³
	<p>Dibujos 2 “Paisaje característico de caletas pesqueras del centro del País en ausencia de un evento Niño”</p> <p>Situación 1. Lunes 7:00 hrs A.M. Sin evento Niño.</p> <p>Concentración Fitoplactónica en el mar</p> <ul style="list-style-type: none">0.6mg/cm³0.9 mg/cm³

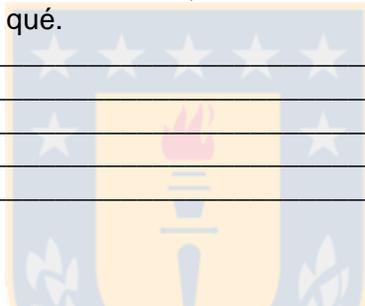
² Figuras y tablas tomadas de Miranda (2003)

Preguntas:

1. ¿La concentración fitoplactónica³ es un predictor de la presencia o ausencia del Fenómeno del Niño? Cite la evidencia que respalda su conclusión.

2. ¿La ocupación productiva asociada a la pesca artesanal es un predictor de la presencia o ausencia del Fenómeno del Niño? Cite la evidencia que respalda su conclusión.

3. ¿Cuáles de los dos predictores señalados, indica con mayor anticipación la ocurrencia de un evento niño? Señale por qué.



II Parte.

Instrucción específica: Utilice el documento 2, el cual trata sobre las implicancias de la aparición del Fenómeno del Niño en otra zona costera del país. Usted puede marcar párrafos o escribir notas en el documento si así lo desea.

Documento 2: “ Fenómeno del Niño ... un problema que escapa de lo meteorológico”.

Ya pasado el mediodía, hacia fines de mayo de 1997, Abel Gómez junto a un grupo de pescadores daba por finalizada la jornada de extracción pesquera. Era uno de esos días para olvidar. Los puntos habituales de recolección una vez más fallaban, y se dejaba caer una especie de premonición de que aquel año sería uno de esos en que el “cabro chico”- como le llamaban- haría travesuras dignas de castigo paternal. Abel sabía que los puntos de recolección no eran casualidades ni castigos divinos, había participado de unas jornadas de capacitación, en donde se le indicó que las zonas potenciales de caza artesanal coincidían con un fenómeno local muy característico de ascensión de masas de agua fría. Sin embargo, allí también se le advirtió de las anomalías que afectan a dicho fenómeno local, llamado “surgencia”, y que aparece en determinados periodos, dada la presencia de un fenómeno mayor conocido con el nombre de “Niño”. Este último implica la influencia de ondas marinas cálidas provenientes del norte, y que posibilitan el incremento de las temperaturas típicas que presentan las aguas de la costa de Chile. Esto se traduce en la anulación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua en presencia de

³ Fitoplacton. Corresponde a un conjunto de microorganismos verdes que habitan en la superficie oceánica y constituyen la base de la cadena alimenticia del ecosistema marino

surgencia, vale decir, los ascensos de agua son más cálidos, se dan mayores concentraciones de sales y disminuye la presencia de fitoplancton. Con todo ello, se hace difícil la presencia de especies marinas características de dicha zona. Por lo general, migran, buscando justamente la presencia de mayores concentraciones fitoplactónicas.

Abel ha acudido entonces a su municipio, para dar cuenta a quienes lo capacitaron, de los hechos que han acaecido en la última semana, y que se traducen básicamente en la escasa extracción de los focos naturales tradicionales de pesca. Un grupo de especialistas, ha decidido entonces, verificar con algunos instrumentos, la sospecha de este pescador, puesto que el problema podría traer graves consecuencias sociales y económicas para las caletas del sector, que van desde la disminución de los ingresos, hasta la migración excesiva hacia entidades urbanas desprovistas de capacidad de resiliencia social.

Con la ayuda de un GPS⁴, imágenes satelitales y mediciones directas de la temperatura, salinidad y presencia fitoplactónica, se pudo constatar efectivamente, la presencia de una anomalía de las características oceanográficas de la zona aumento de las concentraciones salinas (39 partes por mil), aumento de las temperaturas (4° a 5° por sobre lo normal) y disminución del fitoplancton (ausencia extrema).

En una pequeña caleta de la costa del centro de Chile (sector de Curaumilla, V región), se nombró desde una entidad estatal, a dos profesionales para estudiar las implicancias del Fenómeno del Niño: un biólogo marino, para determinar la disminución de especies de extracción típica, y un geógrafo para dimensionar los impactos territoriales del mismo.

Pregunta:

4. Si ud. fuera uno de esos profesionales nombrados para el estudio, y estuviera preocupado/a por el equilibrio territorial entre lo cultural y lo natural (ausencia de situaciones críticas) ¿Por qué estaría preocupado/a por la aparición de indicios de Fenómeno del Niño? ¿Qué información reuniría?

Instrucción específica: Use los datos proporcionados por el documento 3 “Concreción Espacial del Niño”, así como los provenientes del gráfico 1.

Documento 3: “Concreción Espacial del Niño”

En la ausencia de resiliencia territorial (capacidad de adaptación), el Fenómeno del Niño excede su concreción por sobre lo natural. De allí que resulta imperioso la detección temprana de predictores ambientales naturales que denoten la presencia del mismo, más allá del aumento de la temperatura de la superficie del mar, como expresión concreta del fenómeno. Ejemplo de estos predictores naturales son, el aumento de salinidad, la

4 GPS. Sistema de posicionamiento global que permite a través de un instrumento de uso manual, determinar la localización exacta de quien lo maneja

disminución de concentración fitoplactónica y el aumento de la densidad. Sin embargo, existen también predictores de orden cultural tales como la inactividad productiva, la poca productividad extractiva, la migración, etc.

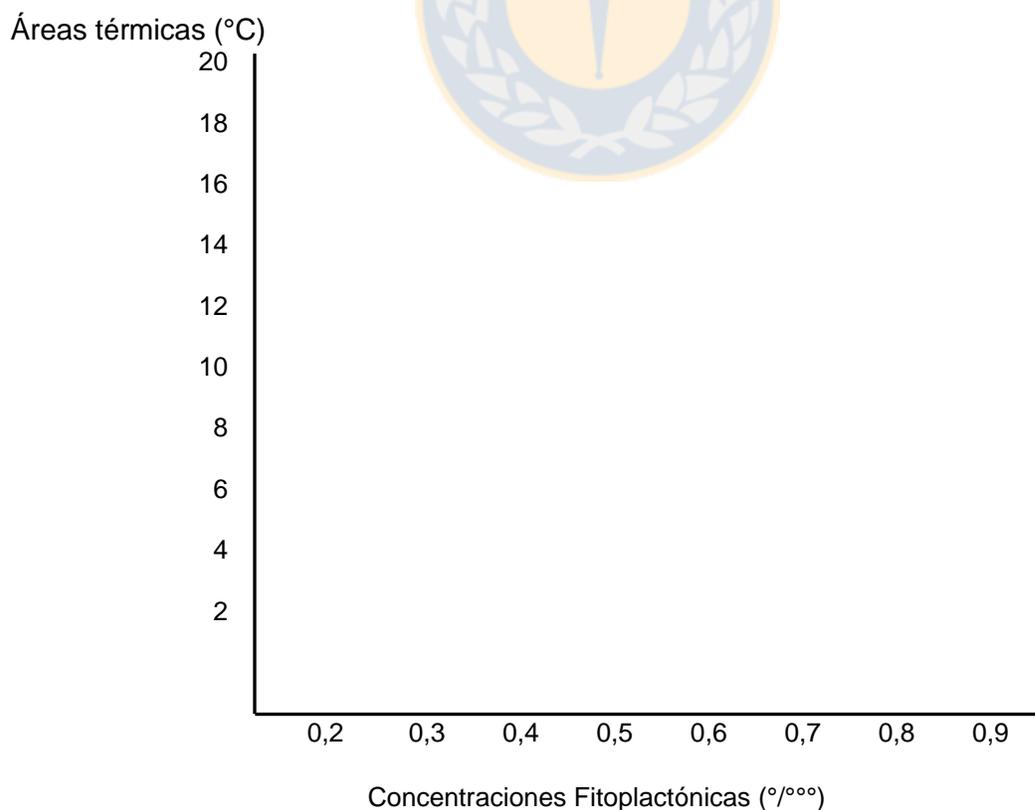
Para probar la relación entre algunos predictores naturales y el incremento de la temperatura del mar, un biólogo marino ha tomado muestras de agua en presencia de concentraciones fitoplactónicas, para cada una de las áreas térmicas asociadas a la zona de extracción.

Gráfico 1
Concentración fitoplactónica

Locación	Concentración fitoplactónica en mg/m3	Zona térmica en °C
Foco 1 de extracción	0,82	16
Foco 2 de extracción	0,65	17
Foco 3 de extracción	0,46	18
Foco 4 de extracción	0,21	19

Preguntas:

5. Delinee los datos de arriba en el gráfico que viene a continuación, demostrando, lo mejor posible, la relación entre las concentraciones fitoplactónicas y las áreas térmicas.



6. ¿Cuál es la concentración fitoplactónica que denotará de mejor modo la aparición del Fenómeno del Niño? ¿Por qué?

Parte III.

Instrucción específica: Use los datos provenientes del documento 4 para responder a las siguientes preguntas.

Documento 4: “Sobre como el Fenómeno del Niño anula los efectos de las surgencias y genera impactos sociales”.

El fenómeno del Niño es un proceso que actúa a nivel planetario, con efectos diferenciados en los distintos sectores en los que se manifiesta. Se trata pues de un fenómeno oceanográfico-atmosférico, con grandes implicancias sociales. Se origina básicamente por una anomalía en el índice de oscilación sur (variación de gran amplitud barométrica entre el pacífico tropical suroriental y el pacífico occidental). Es decir, en año normal, cuando la presión sube en el centro de altas presiones ubicado en las cercanías de Isla de Pascua, desciende en el centro de bajas presiones situado sobre Indonesia y el norte de Australia, y viceversa. Los macro-estudios realizados a este fenómeno, dan cuenta que dicha anomalía en el índice de oscilación se explica por una perturbación mayor en la circulación oceánico-atmosférica a escala global.

Para la zona oceanográfica Pacífica, El Niño se origina en el sector ecuatorial y las aguas se desplazan en forma de onda hacia las costas de Ecuador, Perú y especialmente norte de Chile. De modo concreto, se produce una alteración ocasional (cada 4 a 6 años) y aperiódica de las condiciones oceanográficas de las aguas superficiales, que se manifiestan por la llegada de aguas subecuatoriales que se superponen a las tradicionalmente frías de la corriente de Humboldt. Esta influencia genera incremento en la temperatura de la misma, y por tanto se fortalecen los procesos de evaporación, concentración salina, densificación y disminución fitoplactónica. Con ello también disminuyen los focos naturales de presencia de especies marinas, potencialmente explotables, y por lo tanto la actividad económica asociada se ve afectada de sobre modo. Quienes se dedican a esta actividad, deben rápidamente buscar nuevo empleo, lo que es casi imposible en asentamientos humano-pesqueros (denominados también, caletas), por lo que deben emigrar a entidades urbanas desprovistas de un equipamiento mínimo de recepción demográfica y con escasa capacidad de asimilación económico-productiva.

Preguntas:

7. Seleccione uno de los predictores que permiten evidenciar el debilitamiento de un evento Niño. Explique por qué lo seleccionó.

8 a. Reflexione acerca de cómo usted utilizaría ese predictor seleccionado, para responder de un modo más adecuado a los impactos generados por el Fenómeno del Niño. Diseñe un plan que contemple la previsión, la contingencia y la proyección de situaciones críticas generadas por un evento Niño.

Describa aquí su plan:

8 b. Respecto de la información anterior, desarrolle una evaluación del probable éxito o fracaso del plan que Ud. diseñó para determinar la previsión, la contingencia y la proyección de las situaciones críticas generadas por un evento Niño. Explique por qué Ud. consideraría necesario revisar o no su plan.

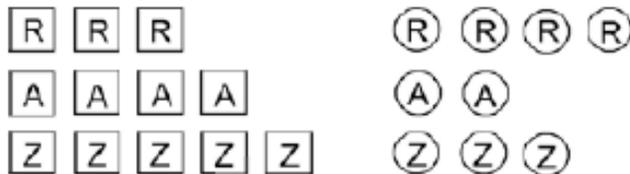
2.- Escala de pensamiento probabilístico Test de Lawson. Adaptación de Sáez y Sánchez (2010)⁵

Instrucciones:

Se presentan cuatro situaciones que debe analizar y responder posteriormente dos preguntas en cada situación. Para responder use la información dada en el caso. En cada pregunta seleccione una de las alternativas y enciérrela en un círculo, debe encerrar **UNA SOLA** alternativa.

Situación 1.

Se colocan tres piezas rojas (R) cuadradas de madera, cuatro piezas amarillas (A) cuadradas y cinco piezas azules (Z) cuadradas en una bolsa de tela oscura. Se colocan también cuatro piezas rojas redondas, dos amarillas redondas y tres azules redondas. Se mezclan todas las piezas. Supón que alguien introduce la mano en la bolsa (sin ver y sin distinguir con el tacto alguna pieza particular) y extrae una pieza.



1.- ¿Cuántas posibilidades hay de que la pieza sea roja redonda o azul redonda?

- a. No puede ser determinado.
- b. 1 posibilidad de cada 3 eventos.
- c. 1 posibilidad de cada 21 eventos.
- d. 15 posibilidades de cada 21 eventos.
- e. 1 posibilidad de cada 2 eventos.

2.- Debido a que:

- a. 1 de las 2 formas es redonda.
- b. 15 de las 21 piezas son rojas o azules.
- c. No hay manera de predecir qué pieza será extraída.
- d. Solamente 1 de las 21 piezas será extraída de la bolsa.
- e. 1 de cada 3 piezas es una pieza redonda roja o azul.

Situación 2.

El granjero Brown estuvo observando a los ratones que viven en su campo. Descubrió que todos eran flacos o gordos y que tenían colas blancas o negras. Esto lo hizo cuestionarse si habría relación entre el tamaño del ratón y el color de su cola. Así que capturó y observó a todos los ratones de una parte de su campo. Estos son los ratones que capturó.

⁵ Figuras tomadas de Espinoza y Sánchez (2010)



3.- ¿Piensas que hay alguna relación entre el tamaño de los ratones y el color de sus colas?

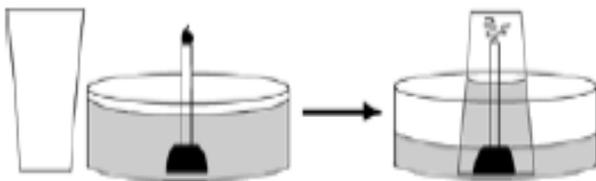
- a. Parece haber alguna relación.
- b. Parece no haber relación.
- c. No puede hacerse una suposición razonable.

4.- Debido a que:

- a. Hay varios ratones de cada tipo.
- b. Puede haber una relación genética entre el tamaño del ratón y el color de su cola.
- c. No fueron capturados suficientes ratones.
- d. La mayoría de los ratones gordos tienen colas negras mientras que la mayoría de los ratones flacos tienen colas blancas.
- e. A medida que los ratones crecen más gordos, sus colas se tornan más oscuras.

Situación 3.

La figura de abajo a la izquierda muestra un vaso de vidrio y una vela de cumpleaños sostenida en un pequeño pedazo de plasticina en un recipiente con agua. Cuando el vaso se voltea boca abajo cubriendo la vela sobre el agua, la vela rápidamente se apaga y el nivel del agua sube dentro del vaso (como se muestra a la derecha). Esta observación plantea una pregunta interesante: ¿Por qué el nivel del agua sube dentro del vaso?



Aquí hay una explicación posible. La llama convierte el oxígeno en dióxido de carbono. Como el oxígeno no se disuelve rápidamente en el agua pero el dióxido de carbono sí, el

dióxido de carbono recién formado al tapar la vela se disuelve rápidamente en el agua, disminuyendo la presión del aire dentro del vaso.

Supón que tienes los materiales mencionados arriba, algunos fósforos y un poco de hielo seco (el hielo seco es dióxido de carbono congelado). Usando algunos o todos los materiales.

5.- ¿cómo podrías probar esta posible explicación?

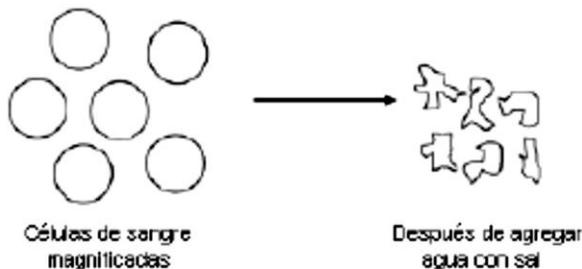
- a. Saturaría el agua con dióxido de carbono y repetiría el experimento notando el crecimiento del agua.
- b. El agua crece porque se consume oxígeno, así que repetiría el experimento en exactamente la misma forma para demostrar que el agua crece debido a la pérdida de oxígeno.
- c. Conduciría un experimento controlado variando solamente el número de velas para ver si esto puede producir una diferencia.
- d. La succión es responsable del crecimiento del agua, así que colocaría un globo sobre la superficie de un cilindro abierto por un extremo y lo colocaría sobre la vela ardiente.
- e. Repetiría el experimento, pero me aseguraría que es controlado colocando todas las variables independientes constantes; luego mediría el crecimiento del nivel del agua.

6.- ¿Qué resultado de tu examen (mencionado arriba en la pregunta 21) podría demostrar que tu explicación es probablemente incorrecta?

- a. El agua sube lo mismo que antes.
- b. El agua sube menos que antes.
- c. El globo se expande.
- d. El balón es succionado.

Situación 4.

Un estudiante coloca una gota de sangre en el portaobjetos de un microscopio para luego observarla. Como se observa en el diagrama de abajo, las células de la gota roja magnificada lucen como pelotas redondas. Después de añadir unas cuantas gotas de agua con sal a la gota de sangre, el estudiante observa que las células parecen haberse hecho más pequeñas.



Esta observación plantea una pregunta: ¿Por qué las células rojas de la sangre aparecen más pequeñas?

Aquí hay dos posibles explicaciones: I. Los iones de sal (Na^+ y Cl^-) empujan la membrana celular y hacen que la célula parezca más pequeña. II. Las moléculas de agua son atraídas a los iones de sal así que las moléculas de agua salen de las células y dejan más pequeñas a éstas.

Para probar estas explicaciones, los estudiantes utilizaron un poco de agua con sal, una balanza muy precisa y unas bolsas de plástico llenas de agua, y asumieron que el plástico se comporta justo como membranas de células de sangre. El experimento involucró pesar cuidadosamente una bolsa llena de agua en una solución salina durante 10 minutos y luego volviendo a pesar la bolsa.

7.- ¿Qué resultado del experimento podría demostrar mejor que la explicación I es probablemente incorrecta?

- a. La bolsa pierde peso.
- b. La bolsa pesa lo mismo.
- c. La bolsa parece estar más pequeña.

8.- ¿Qué resultado del experimento podría demostrar mejor que la explicación II es probablemente incorrecta?

- a. La bolsa pierde peso.
- b. La bolsa pesa lo mismo.
- c. La bolsa parece estar más pequeña.



La prueba termina acá. Por favor revise que respondió a todas las preguntas.

¡Muchas gracias por su colaboración!

Anexo 2. Escala de evaluación de la planificación del programa PENCRIT-RC

I. Identificación del/ la juez

Nombres y apellidos del/ la juez	
Formación académica	
Áreas de experiencia profesional	
Cargo actual	
Institución	

II. Objetivos

Objetivo de la investigación:

Evaluar el impacto del programa de pensamiento crítico PENCRIT –RC en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico en estudiantes de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas de una universidad de la región del BioBio

Objetivo del juicio de expertos:

Emitir un juicio acerca de la validez de contenido de las 12 sesiones que componen el programa de pensamiento crítico para el razonamiento científico (PENCRIT-RC), en relación a indicadores como claridad del objetivo de la sesión, pertinencia de las actividades de la sesión, y coherencia de las actividades con el objetivo de la sesión.

III. Criterios de evaluación

A continuación se presentan los indicadores para que usted califique cada una de las sesiones del programa, según los siguientes criterios:

1. Cumple

0. No cumple

Indicador
CLARIDAD El objetivo de la sesión se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.
PERTINENCIA Las actividades de la sesión son suficientes y necesarios para lograr el objetivo
COHERENCIA Las actividades tienen relación lógica con la objetivo de la sesión

Objetivos y actividades de las sesiones del programa PENCRIT - RC

Sesión	Objetivo	Actividades	Claridad	Pertinencia	Coherencia	Total	Observaciones
1	Introducir el taller y la temática	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación del taller. Se explican las actividades y reglas del taller. 2. Descripción del material. Se explica y muestra el manual que acompañará el trabajo en las sesiones. 3. Introducción a tema pensamiento crítico y científico. Se explica el concepto y los contextos en que se desarrolla. Se dan ejemplos de cómo se usa, sus ventajas y desventajas. 4. Discusión grupal respecto al tema. Se da espacio a los participantes para que opinen y planteen dudas. Se refuerzan las ideas centrales de la sesión. 					
2	Analizar características de tipos y fuentes de información científica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar. 2. Introducción tema. Se explica que son los tipos y fuentes de información, por qué es importante conocerlas. 3. Uso de estrategias para analizar diferentes características de confiabilidad y validez de tipos y fuentes de información científicas. Se explica que hay diferentes tipos y fuentes, que presentan diversas características, se señalan cuales son confiables y válidas y cuáles no lo son. Se ejercita la identificación de características de confiabilidad y validez de los tipos y fuentes de información. Se trabaja con preguntas y casos del manual. 4. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de 					

		<p>cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>5. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre confiabilidad y validez de las fuentes y tipos de información.</p>					
3	Aplicar estrategias para buscar información científica	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Aplicación de estrategias para buscar información científica (IC) a partir de un caso. Se explican las características de la IC, se ejercita cómo reconocer IC de otras informaciones y que características de confiabilidad y validez debe tener. Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>3. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>4. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre búsqueda de IC.</p>					
4	Aplicar estrategias para diferenciar la información científica de otras fuentes	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Introducción tema. Se explica las fortalezas y limitaciones de la IC.</p> <p>3. Uso de estrategias para diferenciar IC de otras informaciones. Se explica cuáles son las características centrales de la IC, se ejercita cómo identificar una información científica de otras informaciones (pre o cuasi</p>					

		<p>científicas). Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>4. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>5. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre las fortalezas y debilidades de la IC frente a otras similares.</p>				
5	Aplicar estrategias para inferir ideas a partir de información científica	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Aplicación de estrategias para inferir ideas a partir de información científica, desde un caso. Se explica la importancia de la inferencia de información, se ejercita como inferir información de datos científicos. Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>3. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>4. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre cómo realizar inferencias de datos científicos.</p>				
6	Generar motivación para el uso del pensamiento crítico y científico	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Importancia de la disposición al pensamiento científico y crítico. Se explica por qué es importante motivarse para usar el pensamiento crítico, se dan ejemplos de cómo se</p>				

		<p>puede motivar la persona para usar la habilidad.</p> <p>3. Estrategias para motivarse a realizar una tarea compleja. Se explica como la persona puede motivarse a ser crítico aun cuando la tarea es compleja, se ejercita en estrategias de motivación frente a tareas difíciles. Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>4. Estrategias para enfrentar la ambigüedad y la frustración. Se explica como la persona puede motivarse a ser crítico aun cuando la tarea es poco clara, se ejercita en estrategias de motivación frente a tareas poco claras y frustrantes. Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>5. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>6. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre cómo motivarse frente a tareas difíciles, ambiguas y frustrantes.</p>				
7	Analizar generación de hipótesis en el trabajo científico	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Introducción al tema. Se explica que es una hipótesis y cuál es su rol en el trabajo científico.</p> <p>3. Aplicación de estrategias para desarrollar hipótesis. Se explica cómo se plantean hipótesis, se ejercita el desarrollo de hipótesis pertinentes al</p>				

		<p>trabajo científico. Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>4. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>5. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre cómo desarrollar hipótesis en la ciencia.</p>					
8	Analizar uso de hipótesis frente a la ambigüedad de los datos	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Introducción al tema. Se explica la importancia de las hipótesis frente a la incertidumbre y ambigüedad, se explica cómo se dan esas situaciones en el trabajo científico.</p> <p>3. Debate sobre la importancia del uso de hipótesis frente a la incertidumbre. Se genera un debate entre los participantes (dos equipos) para analizar uso de hipótesis frente a situaciones inciertas.</p> <p>4. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre la importancia de las hipótesis frente a incertidumbre.</p>					
9	Aplicar pensamiento hipotético en probabilidades	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Introducción al tema. Se explica cómo se usan las hipótesis para determinar probabilidades.</p> <p>3. Aplicación de hipótesis para determinar probabilidades en</p>					

		<p>contextos científicos. Se explica cómo se usan hipótesis para determinar probabilidades de ocurrencia de hechos, se ejercita en uso de hipótesis en probabilidades. Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>4. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>5. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre el uso de las hipótesis en probabilidades.</p>				
10	Aplicar estrategias para evaluar consistencia de hipótesis	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Introducción al tema. Se explica por qué es importante evaluar la consistencia de hipótesis.</p> <p>3. Aplicación de estrategias para determinar consistencia interna de las hipótesis. Se explica qué estrategias sirven para evaluar consistencia de las hipótesis. Se trabaja con preguntas y casos del manual.</p> <p>4. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>5. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre la consistencia de hipótesis.</p>				
11	Aplicar estrategias para evaluar relevancia	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p>				

	de hipótesis	<p>2. Introducción al tema. Se explica la importancia de que las hipótesis usadas sean relevantes.</p> <p>3. Aplicación de estrategias para determinar relevancia de hipótesis. Se explica cómo determinar la relevancia de una hipótesis.</p> <p>4. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>5. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales sobre cómo determinar la relevancia de las hipótesis.</p>				
12	Generar motivación para el uso del pensamiento crítico y científico	<p>1. Bienvenida. Se saluda a los participantes y se señala el objetivo a trabajar.</p> <p>2. Importancia de la disposición al pensamiento científico y crítico. Se reitera la importancia de la motivación frente al pensamiento crítico.</p> <p>3. Estrategias para motivarse a realizar tareas complejas. Se ejercitan nuevamente las estrategias para motivarse a usar el pensamiento crítico en tareas complejas.</p> <p>4. Estrategias para valorar el uso del razonamiento científico y crítico. Se explica cómo se debe valorar el pensamiento científico y crítico en educación, se ejercitan estrategias para motivarse a usar el pensamiento crítico en educación científica.</p> <p>5. Retroalimentación a participantes. Se revisa el trabajo de</p>				

		<p>cada participante y se les da retroalimentación.</p> <p>6. Aclaración de dudas y Cierre. Se resuelven las dudas de la sesión, se refuerzan las ideas centrales del taller. Se despide a los asistentes.</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--



Anexo 3. Sesiones del programa de intervención y manual de trabajo del estudiante

3.1.- Planificación de Actividades del Programa de pensamiento crítico

Sesión	Habilidad	Objetivo	Contenido	Actividades/tiempo	Recursos	Evaluación
1	Pensamiento crítico	Conocer qué es pensamiento crítico	Pensamiento crítico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación del taller (10 min.) 2. Descripción del material (10 min.) 3. Introducción al tema: pensamiento crítico y científico (20 min.) 4. Ejemplos y ejercicios sobre razonamiento (10 min.) 5. Aplicación del tema (20 min) 6. Discusión grupal respecto al tema (10 min.) 	- Manual de trabajo del estudiante: “Pensamiento crítico para el razonamiento científico” - Plumones - Papelógrafo	Discusión grupal
2	Indagación	Conocer y aplicar el razonamiento práctico y las bases de la argumentación	Razonamiento práctico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (15 min.) 3. Ejemplos y ejercicios sobre argumentación (20 min) 4. Aplicación del tema: Identificación de razones de una tesis en texto (25 min) 5. Retroalimentación (15 min.) 	- Manual de trabajo - Plumones - Hojas	Actividad de identificación de razones (Argumentos)
3	Indagación	Conocer y aplicar el razonamiento	Evaluación de argumentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 	- Manual de trabajo - Plumones	Actividad de evaluación

		o práctico y las bases de la argumentación		<ol style="list-style-type: none"> 2. Introducción tema (15 min.) 3. Ejemplos y ejercicios evaluación de argumentos (20 min) 4. Aplicación del tema: Evaluación de un argumento textual (25 min) 5. Retroalimentación (15 min.) 	- Hojas	de argumentos
4	Indagación	Aplicar estrategias argumentativas para diferenciar la información científica de otras fuentes similares	Evaluación de argumentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (10 min.) 3. Ejemplos y ejercicios evaluación de argumentos (15 min) 4. Aplicación del tema: Evaluación de un argumento textual (30 min) 5. Retroalimentación (20 min.) 	- Manual de trabajo - Plumones - Hojas	Actividad de evaluación de argumentos
5	Indagación	Aplicar estrategias para inferir ideas a partir de información científica	Inferencia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (10 min.) 3. Ejemplos y ejercicios de inferencia (15 min) 4. Aplicación del tema: inferir ideas en base a datos (30 min) 5. Retroalimentación (20 min.) 	- Manual de trabajo - Plumones - Hojas	Actividad de inferencia de información

6	Indagación	Aplicar estrategias de indagación para fortalecer el pensamiento crítico	Indagación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (15 min.) 3. Ejemplos y ejercicios de inferencia (20 min) 4. Aplicación del tema: inferir ideas en base a datos (25 min) 5. Retroalimentación (15 min.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de trabajo - Plumones - Hojas 	Actividad de uso de Inferencia en base a argumentos
7	Pens. probabilístico	Conocer los fundamentos del razonamiento hipotético	Razonamiento hipotético	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (20 min.) 3. Ejemplos y ejercicios de razonamiento hipotético (30 min) 4. Retroalimentación (25 min.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de trabajo - Plumones - Hojas 	Ejercicios de razonamiento hipotético
8	Pens. Probabilístico	Aplicar hipótesis en el razonamiento inductivo	Hipótesis en razonamiento inductivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (15 min.) 3. Ejemplos y ejercicios de razonamiento hipotético (20 min) 4. Aplicación del tema: Diseño y evaluación de argumentos mediante razonamiento inductivo (30 min.) 5. Retroalimentación (10 min.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de trabajo - Plumones - Hojas 	Actividad de evaluación de razonamiento inductivo

9	Pens. Probabilístico	Aplicar razonamiento hipotético en probabilidades	Hipótesis y probabilidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (20 min.) 3. Ejemplos y ejercicios de viabilidad de hipótesis (20 min) 4. Aplicación del tema: análisis de hipótesis mediante probabilidades (20 min.) 5. Retroalimentación (15 min.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de trabajo - Plumones - Hojas 	Actividad de análisis de hipótesis
10	Pens. Probabilístico	Conocer estrategias para probar hipótesis	Procedimientos de verificación de hipótesis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (15 min.) 3. Ejemplos y ejercicios de estrategias de verificación de hipótesis (20 min) 4. Aplicación del tema: análisis de hipótesis mediante probabilidades (25 min.) 5. Retroalimentación (15 min.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de trabajo - Plumones - Hojas 	Actividad de generación de estrategias de verificación de hipótesis
11	Pens. Probabilístico	Identificar dificultades en el razonamiento hipotético y probabilístico	Sesgos en el razonamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida (5 min.) 2. Introducción tema (25 min.) 3. Ejemplos y ejercicios de sesgos en el razonamiento probabilístico (20 min) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de trabajo - Plumones - Hojas 	Actividad de identificación de sesgos

				<p>4. Aplicación del tema: identificación de sesgos en probabilidades (20 min.)</p> <p>5. Retroalimentación (10 min.)</p>		
12	Pens. Probabilístico	Reforzar las características principales de la argumentación, del razonamiento hipotético y de los sesgos	Argumentos, razonamiento hipotético y sesgos en probabilidades	<p>1. Bienvenida (5 min.)</p> <p>2. Introducción tema (20 min.)</p> <p>3. Ejemplos y ejercicios de aplicación de argumentos, razonamiento hipotético y probabilístico, y sesgos (30 min)</p> <p>4. Retroalimentación (10 min.)</p> <p>5. Cierre del taller (15 min.)</p>	<p>- Manual de trabajo</p> <p>- Plumones</p> <p>- Hojas</p>	Actividad de evaluación de argumentos mediante razonamiento probabilístico

3.2.- Manual de trabajo para estudiantes

**PROGRAMA DE PENSAMIENTO CRÍTICO PARA EL RAZONAMIENTO CIENTÍFICO
PENCRIT - RC**

Mg. Ps. Carlos Ossa Cornejo

Manual de trabajo para el estudiante



Presentación

El pensamiento crítico es una habilidad relevante en el siglo XXI ya que la cantidad de informaciones y datos que nos llega cotidianamente, y frente a la que debemos tomar decisiones, es muy grande. En el campo educativo esto es especialmente sensible, ya que los docentes debieran, por la naturaleza de su tarea, tener un alto nivel de pensamiento crítico, que les permita evaluar la información de los contenidos escolares, las políticas y programas del sistema educacional, y las características propias de sus estudiantes, de un modo certero y reflexivo, para así poder comprender de mejor modo su contexto laboral, y además, enseñar estas habilidades a sus propios estudiantes.

En la enseñanza de las ciencias, es fundamental el pensamiento crítico, ya que es uno de los ejes del razonamiento científico. El ser científico implica evaluar la confiabilidad y validez de los datos con los que uno trabaja, y evaluar además de qué manera se están proponiendo las conclusiones e inferencias de esos datos para lograr un conocimiento más certero.

Es por ello que se les anima a realizar este taller que les proveerá de las habilidades básicas para el razonamiento científico y crítico, que les otorgará una de las habilidades más relevantes del siglo XXI. Saíz y Rivas (2008, 2015) han planteado que el Pensamiento crítico es una competencia basada en argumentar, decidir y resolver problemas, de manera que la persona pueda pensar mejor y generar cambios en su vida; en este taller, nos centraremos en Argumentar y Decidir, pues son las habilidades que pueden relacionarse al razonamiento científico.

El taller está organizado en 12 sesiones, de las cuales 5 están orientadas a desarrollar la habilidad de Argumentar mediante el llamado razonamiento práctico, otras 5 a la habilidad de Decidir mediante el razonamiento hipotético; y dos más, a realizar la presentación y cierre del taller.

Para que el trabajo sea serio y con resultados positivos, es necesario que te comprometas al trabajo a realizar en el taller. Para ello te pedimos puedas poner tu nombre y firmar este compromiso de trabajo.

Yo, _____ me comprometo a asistir a las sesiones del taller, a llegar a la hora, a realizar las actividades planteadas en el taller, a realizar los ejercicios y a compartir con el(la) tutor(a) y mis compañeros/as mis logros, a respetar las opiniones de los demás, a mantener un clima de confianza y buen trato hacia los demás integrantes y el/la tutor/a, y a superarme a pesar de las dificultades.

Firma: _____

Orientaciones de trabajo con el manual

El trabajo a desarrollar en el taller se basará en su mayoría en este manual, el que te presentará información teórica, actividades prácticas, preguntas de reflexión, y temas de discusión grupal para desarrollar en las sesiones.

La información teórica se presentará al inicio de cada sesión de trabajo, en el taller solo se explicará y profundizarán los conceptos, por lo que te sugerimos realizar la lectura y comprensión del tema antes de la sesión, para ello solo basta que leas de manera comprensiva, identificando los temas o palabras que no entiendas y buscando su significado, y realizando una síntesis de lo que comprendas del tema. De ese modo estarás centrado en la explicación que se realice en la sesión, entendiendo de mejor forma el tema.

Las actividades de ejercitación son para reforzar el tema y la habilidad que se esté trabajando en la sesión, por lo que es necesario que los realices en la sesión, cuando te lo indique el tutor. De manera similar, las actividades de ejercitación son para fortalecer el desarrollo de las habilidades que se están enseñando en este taller, por lo que debes realizarlas en la sesión, ya sea de manera individual o en colaboración con tus compañeros.

Finalmente, habrá dos actividades de reforzamiento (al final de cada uno de los bloques de trabajo) que deberás realizar en forma individual y fuera de la sesión. Estas actividades son una manera de reforzar lo que has trabajado y evaluar tu nivel de desempeño en ellas. De todos modos, aun cuando es una evaluación, no se le aplicará una nota, sino que solamente se te señalará cómo la has realizado.

Te animamos una vez más a que pongas tu empeño y constancia en realizar este taller y realizar las actividades, ya que es la manera en que podrás lograr estas habilidades de razonamiento científico y crítico, tan relevantes en nuestros días.

SESIÓN 1

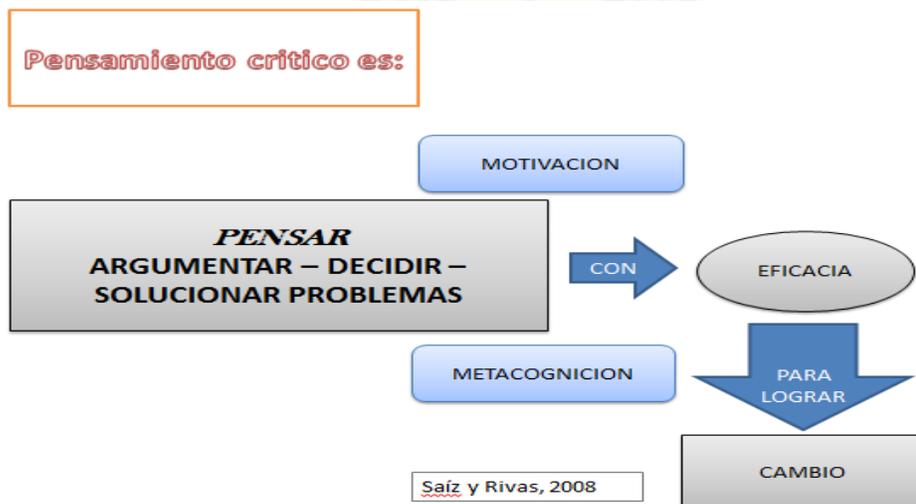
Objetivo: Conocer qué es pensamiento crítico

1.- Introducción. Qué es el pensamiento crítico.

Se ha definido históricamente al pensamiento crítico como un tipo de pensamiento elaborado, es decir, como un proceso cognitivo que implica evaluación y reflexión (Butler, 2012) que permite la construcción de un conocimiento nuevo, y la utilización estratégica del mismo en la solución de problemas presentes en la vida cotidiana (Black, 2012; Marin y Halpern, 2011). Es definido también como un tipo de proceso cognitivo complejo, integrado por subprocesos interrelacionados que permiten evaluar, procesar analíticamente y reflexivamente, enjuiciar y aceptar o rechazar, información producida en contextos sociales o en trabajos científicos (Tung y Chang, 2009).

Es un modo de pensar en el cual el sujeto mejora la calidad de dicho proceso al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensamiento y al someterlas a estándares intelectuales (Paul y Elder, 2003). Se considera además como una habilidad de pensamiento que permite evaluar el mérito, la precisión, y/o autenticidad de la información que se está aprendiendo o elaborando, por lo que resulta una habilidad importante para el desarrollo de profesionales científicos (Cassany, 2005).

Es un pensamiento orientado hacia la información y a la acción, en un contexto de resolución de problemas y en la interacción con otras personas (López, 2012; Daniel y Auriac, 2012). El pensamiento crítico es auto-dirigido, auto-disciplinado, autorregulado y auto-corregido, supone someterse a rigurosos estándares de excelencia y dominio consciente de su uso; implicando una comunicación efectiva y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas (Saíz y Rivas, 2008).



Fuente: Tomado de Saiz y Rivas (2008)

Se puede aplicar pensamiento crítico a diversas situaciones de la vida cotidiana, pero se le encuentra habitualmente en el trabajo académico y científico, donde se deben evaluar muchas miradas o perspectivas, y/o donde es necesario priorizar un dato o información sobre otra en base a sus méritos. En el plano educativo, se usa como

herramienta de validación y evaluación de la información entregada por los estudiantes, y como proceso de análisis de la información entregada por el docente. Una forma de aplicarlo es pensar muy bien, y eso se logra (1) identificando las ideas o razones que sustentan una información, (2) evaluando la solidez de los argumentos que forman las razones encontradas, (3) analizando las probabilidades de que esos argumentos sean los más certeros, y (4) haciéndose preguntas durante todo el proceso para asegurarse que se está seguro/a de que los datos y las decisiones son correctas y no influidas por errores de juicio, cansancio, ideologías, etc.

No es Pensamiento Crítico:

- Tener gran cantidad de información para sostener algo.
- Tener opiniones negativas o contrarias a un tema para boicotarlo
- Tener una gran inteligencia o saber mucho de un tema

Tener un pensamiento crítico es, dicho de la manera más simple, usar el pensamiento de manera eficaz para lograr un cambio.

¿Qué opinión tienes respecto a la frase anterior?

Las ventajas que presenta el pensamiento crítico (desde ahora le llamaremos PC) son que le permita a la persona profundizar en los elementos y datos de una información, también permite ser riguroso y sistemático en el manejo de datos, y promueve un pensamiento disciplinado y propio, sin dejarse llevar por informaciones tendenciosas o engañosas.

Las desventajas que presenta, es que es un pensamiento complejo, por lo que cuesta esfuerzo mental (e incluso emocional) llevarlo a cabo, también es un proceso lento y que requiere ver las situaciones dos o más veces, y finalmente es una cualidad en ocasiones ingrata, ya que lleva habitualmente a oponerse a los planteamientos de las personas hasta que uno se dé cuenta de que es la mejor postura, por lo que se percibe como una conducta reaccionaria o rebelde.

Observaciones: _____

2.- Ejercicios y ejemplos.

A continuación se presenta un ejercicio que muestra en general como se puede usar el PC, y luego un ejercicio para que se realice en la sesión.

Ejemplo: El profesor de ciencias señala que se debe optar por un tipo de alimentación de base transgénica, y que puede tener mayor durabilidad y resistencia a los cambios climáticos; u otro de base orgánica, que se encuentra libre de pesticidas y manipulación genética, pero que tiene menos resistencia al ambiente y al transporte.

El pensamiento crítico puede servir para evaluar el mérito de ambas perspectivas, buscando, analizando y presentando información que permita elegir cuál de ambas posturas puede ser la mejor opción.

Si uno elige la alimentación transgénica, primero puede resaltar la información positiva o útil (tiene mayor durabilidad, tiene mayor resistencia); luego señalar las razones de porqué son relevantes (tiene mayor durabilidad, por lo que puede durar más al transportarla y llegar mejor a lugares lejanos o de difícil acceso; tiene mayor resistencia, por lo tanto no se pudrirá fácilmente o no será fácilmente infectada por insectos). A esas razones se aplica la metacognición (preguntas que nos permiten saber si estamos en lo correcto), por ejemplo, “estoy seguro/a de que es relevante o útil el que diga que tiene mayor durabilidad y puede ser transportado a lugares lejanos? Cómo lo sé?” o, “si señalo que es más resistente a las infecciones de insectos, que los alimentos orgánicos, es porque tengo datos que me respaldan o porque solo quiero convencer a la gente? Qué puedo hacer para que la gente me crea?”

Ejercicio individual: Piensa en un tema en que existan al menos, dos posturas válidas y diferentes. Escríbelas y señala a continuación cómo te puede ayudar el pensamiento crítico a encontrar información que te permita apoyar a una de esas posturas con información pertinente y certera.

3.- Aplicación. A continuación se realizará una actividad para aplicar lo conversado respecto del Pensamiento Crítico, a temas relacionados con las ciencias.

En parejas, analicen y busquen información que les permita tomar una postura en relación a si es bueno o no la legalización de la Marihuana para usos terapéuticos o medicinales (puede ser a favor o en contra, uds. deciden). Una vez que han definido su postura y encontrado las razones que la apoyan, reflexionen (metacognición) acerca de su trabajo para determinar si es o no eficaz.

Postura que se defenderá:

Razones que apoyan la postura:

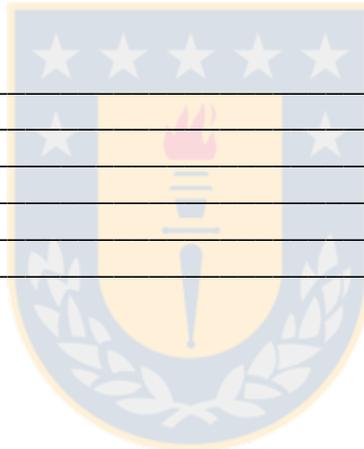
Preguntas de metacognición:

- Se han encontrado las razones suficientes? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

- Las razones son certeras y válidas? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones:



SESIÓN 2

Objetivo. Conocer y aplicar el razonamiento práctico y las bases de la argumentación.

1.- Introducción tema. El Razonamiento práctico y la argumentación.

El razonamiento es un proceso de pensamiento enfocado hacia una finalidad, permite establecer relaciones entre razones para concluir un hecho. De este modo, está relacionado con la argumentación, y puede servir para deducir o inferir las razones más relevantes que lo sustentan.

Lo fundamental en el razonamiento práctico es la solidez de los argumentos que se plantean, ya que esta solidez es la que le da la fuerza al planteamiento. Esta capacidad posibilita que sepamos distinguir las buenas razones de las menos buenas o de las malas o falsas.

Según Saiz (2002) para establecer la solidez de un razonamiento es necesario realizar dos tareas: una de análisis y otra de evaluación. Esas tareas o pasos pueden dividirse en 5 subtareas lo que permite que se pueda realizar de modo más claro (las tres primeras tareas son de análisis y las dos últimas de evaluación):

1. Identificación de los elementos de un razonamiento.	ANÁLISIS
2. Establecimiento de las relaciones existentes entre ellos.	
3. Representación de los elementos y sus relaciones.	
4. Aplicación de los criterios fundamentales de solidez.	EVALUACIÓN
5. Valoración global de la solidez.	

Estas destrezas son aplicables tanto en la evaluación de un razonamiento dado como en la elaboración de uno nuevo; además, se deben aplicar tanto a los argumentos de los demás como a los propios.

Para el análisis lo primero es identificar los elementos del razonamiento (indagar), esto se logra leyendo (si es escrita) o decodificando (si es audible o visual) la información y determinando cual es la conclusión y cuál o cuáles son las razones que la sustentarían. Aquí es necesario señalar que habitualmente la conclusión se reconoce porque es el producto de un razonamiento, la idea principal o tesis que se defiende (y se acompaña por palabras como por lo tanto..., debido a esto..., se produce..., en conclusión..) pudiendo estar al comienzo o al final del texto, o también como parte de una pregunta o toma de decisión. Las razones son ideas sustentadas y presentan una opinión y un fundamento (esto es mejor *porque* es más económico, el blanco es más claro *porque* refleja la luz), una sola idea sin fundamento o que no lleva a concluir, no sirve para argumentar.

Ejemplo:

1.- A los menores de 18 años no se les debería dejar tomar bebidas alcohólicas. *Esta frase es una opinión, ya que solo da idea particular, sin apoyarla con fundamentos ni generar una conclusión.*

Las tareas dos y tres se realizan habitualmente juntas ya que son muy cercanas, una vez que se ha establecido la conclusión y encontrado las razones se debe establecer si hay relaciones entre las razones y la conclusión y qué tipo de relación es. Las relaciones pueden ser positivas (apoyan a la conclusión) o negativas (no apoyan la conclusión, también se les señala como contraargumentos); también pueden ser directas (convergentes) o indirectas (encadenadas).

Ejemplo:

1.- A los menores de 18 años no se les debería dejar tomar bebidas alcohólicas, pues a esa edad no han alcanzado la madurez social suficiente, así mismo los lleva a cometer imprudencias estando bebidos, porque no saben controlar sus impulsos, aun cuando en muchos países a esa edad tienen validez legal para consumir alcohol.

Esta frase es un argumento pues contiene una conclusión (“A los menores de 18 años no se les debería dejar tomar bebidas alcohólicas”) y tres razones:

- a esa edad no han alcanzado la madurez social suficiente
- los lleva a cometer imprudencias estando bebidos -- porque no saben controlar sus impulsos
- en muchos países a esa edad tienen validez legal para consumir alcohol

Las dos primeras son razones que apoyan la conclusión (convergen directamente) y la razón dos tiene a su vez una razón que la apoya (encadenada). La razón tres es una razón que no apoya la conclusión (contraargumento).

Ahora que ya se han identificado las razones y establecido sus relaciones, se diagraman para ver cómo la conclusión es apoyada y para analizar la solidez del argumento que se ha construido. Para ello se propone usar una estrategia señalada por Saíz (2002) y que plantea que la conclusión debe ser siempre nominada con el número 1 para establecer que es lo primero que debe ser señalado. Luego las razones se van nominando en número consecutivos (2, 3, 4, etc.) y se deben relacionar directamente con 1 cuando son convergentes, y cuando son encadenadas, al número de la razón que corresponda; para ello se deben utilizar líneas rectas. Mientras que para los contraargumentos, se deben usar líneas onduladas o quebradas para diferenciarlas.

Ejemplo: Diagramando el argumento anterior tendríamos

<p>[1] A los menores de 18 años no se les debería dejar tomar bebidas alcohólicas, pues [2] a esa edad no han alcanzado la madurez social suficiente, así mismo [4]* los lleva a cometer imprudencias estando bebidos, [3] porque no saben controlar sus impulsos, aun cuando [5] en muchos países a esa edad tienen validez legal para consumir alcohol.</p>	<pre>graph BT; 2((2)) --> 1((1)); 4((4)) --> 1((1)); 3((3)) --> 4((4)); 5((5)) --> 1((1))</pre>
---	---

* en las razones encadenadas se debe poner el primer número a la razón secundaria.

Ejercicio: En forma individual analice el siguiente texto, identifique la conclusión y las razones relacionadas a ella y diagrame dicha relación.

La pedagogía es una disciplina relevante hoy en día para la sociedad. Deberíamos lograr una pedagogía más crítica, debido a que tiene muchas complejidades; lo anterior porque hay un gran nivel de desarrollo en muchas áreas que están especializándola cada vez más, también porque los pedagogos están a cargo de formar a las nuevas generaciones. Además porque hay una gran demanda en su formación, puesto que es una carrera que da una cierta seguridad y estabilidad; sin embargo, muchos establecimientos piden a los pedagogos ser meramente transmisores, y no pensar mucho en la realidad social ni en la política.

--	--

3.- Aplicación.

Lea en forma individual la situación que se le presenta a continuación. Señale si la tesis o conclusión que se presenta, contempla las razones adecuadas y suficientes para sustentarla. Posteriormente comente con sus compañeros y tutor.

¿Chile un país líder en investigación científica en Latinoamérica?

En los últimos años, en nuestro país se generan más publicaciones científicas por habitante que en Argentina, Brasil y México. Además, las publicaciones de los científicos chilenos son más citadas que la de estos países, lo que equivale a un reconocimiento al trabajo y la calidad de nuestros investigadores.

Sin embargo, la cruda verdad es que la ciencia chilena se encuentra estancada y en una situación crítica debido al escaso apoyo financiero, pues el financiamiento para la creación de nuevo conocimiento ha estado paralizado por más de una década; además nuestros científicos están comenzando a migrar a otros países en busca de mejores oportunidades.

Nos hemos conformado con un complaciente “primer lugar” regional dado por las estadísticas y hemos abandonado el desarrollo y fortalecimiento que la ciencia chilena necesita. No es concebible alcanzar mayor desarrollo, ya que falta una “política de estado”, decidida y eficiente en materia de investigación científica y en términos de formación de profesionales competentes en todas las áreas de las ciencias.

Extracto texto “movimiento ciudadano por la ciencia” en: http://www.mascienciaparahile.cl/?page_id=283

Cuál es la conclusión:

Cuál o cuáles son las razones a favor: _____

Cuál o cuáles son las razones en contra: _____

Respuesta: _____

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones:



SESIÓN 3

Objetivo. Conocer y aplicar el razonamiento práctico y las bases de la argumentación

1.- Introducción al tema. Evaluación de argumentos

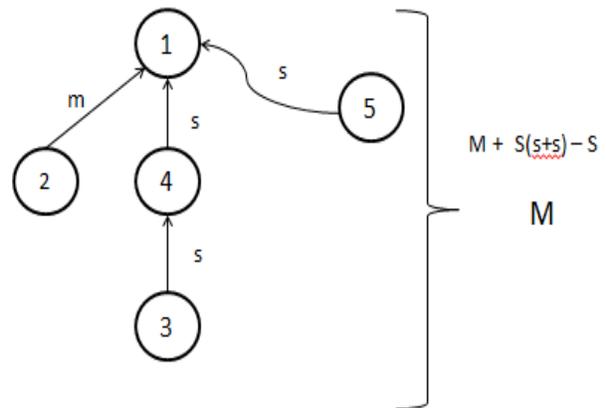
La sesión anterior se trató de los argumentos, su estructura y diagramación. Es importante recordar que el razonamiento práctico es una manera de usar el pensamiento de modo útil para analizar y evaluar la información que nos rodea y que nos lleva a tomar decisiones en muchos casos.

Recordemos: ¿Qué elementos son básicos en un argumento? ¿Cómo se puede reconocer la conclusión de un argumento?, ¿Qué es una razón y en qué se diferencia de una opinión?

Una vez que se ha generado la estructura del argumento, se debe pasar a evaluarlo. Para ello se debe revisar la validez de las razones a favor y en contra, así como la sustentabilidad del argumento en general para apoyar o no la tesis o conclusión. Las razones pueden ser aceptables o inaceptables, función de si son lógicas (la información que señalan es lógica o puede demostrarse cierta) o válidas (se derivan de datos o hechos ya demostrados), y suficientes o insuficientes (en cantidad). De la evaluación de cada una de las razones, se puede establecer un análisis general del argumento en función de si sólido, moderado, débil o inexistente (Halpern, 1996, citada en Saiz, 2002).

Ejemplo: Retomando el ejemplo de la sesión 2 podemos generar la siguiente evaluación:

[1] A los menores de 18 años no se les debería dejar tomar bebidas alcohólicas, pues [2] a esa edad no han alcanzado la madurez social suficiente, así mismo [4] los lleva a cometer imprudencias estando bebidos, [3] porque no saben controlar sus impulsos, aun cuando [5] en muchos países a esa edad tienen validez legal para consumir alcohol.



Se deben fijar que la razón $2 \rightarrow 1$ es moderada [m] (no sabemos con certeza si han alcanzado o no esa madurez, por lo señalado por psicólogos como Erickson o Kohlberg, suponemos que aún no, pero no está totalmente demostrado). $3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ es evaluado como moderado también ($3 \rightarrow 4$ es sólido [s] ya que sí existe evidencia de estudios, que muestran que la bebida alcohólica reduce la capacidad de reacción y la inhibición en las personas, pero como es encadenado y por tanto indirecto, se evalúa con menor peso), mientras que $4 \rightarrow 1$ es sólido [s] puesto que habitualmente quienes beben mucho tienen conductas erráticas y peligrosas, lo confirman tanto los estudios como la observación conductual. Mientras que el contraargumento se evalúa sólido [s] ya que es cierto y comprobable que muchos países han reglamentado que esa edad es válidamente legal para beber alcohol.

Todo ello plantea entonces que la evaluación final del argumento es moderado [M] pues tiene un contraargumento (contra) sólido y dos argumentos a favor (uno sólido y uno moderado). Ello plantea entonces a señalar que el argumento global tiene cierta fortaleza (es aceptable), pero le falta suficiencia (más argumentos sólidos).

Ejercicio: en forma individual realizar el diagrama del análisis argumentativo del párrafo (ya se han identificado la conclusión y las razones) y la evaluación global del mismo.

<p>[1] A los menores de 18 años Sí se les debería dejar tomar bebidas alcohólicas, pues [3] a esa edad han alcanzado la madurez social suficiente, y de hecho [2] en muchos países a esa edad tienen validez legal para consumir alcohol. Sin embargo [4] hay estudios que señalan que el alcohol los lleva a cometer imprudencias al no saber controlar sus impulsos, [5] así mismo estudios internacionales señalan que la mayor tasa de accidentes con consecuencia de muerte se debe al alcohol, y que [6] un gran porcentaje de esos accidentes lo causan personas entre 18 y 30 años.</p>	
---	--

Observaciones:

3.- Aplicación.

En parejas, van a realizar un texto breve (en hoja aparte) sobre un tema que les interese, que pueda ser evaluado con el modelo de argumentación por alguna otra pareja de sus compañeros. Deben recordar que para que su texto sea analizado como argumento, debe tener una conclusión o tesis que defender, y varias razones a favor o en contra (contraargumentos). No olvidar además que las razones son fundamentadas, por lo que deben tener algún respaldo lógico o empírico, ya que según eso serán evaluadas positiva o negativamente, dándole solidez o debilidad al argumento.

SESIÓN 4.

Objetivo. Aplicar estrategias argumentativas para diferenciar la información científica de otras fuentes similares

1. Introducción tema. Características de la información científica.

La ciencia se distingue de otros saberes no científicos (como la alquimia, por ejemplo) por la visibilidad a que se obliga el científico con respecto a los datos y conclusiones de su trabajo. La pseudociencia, en cambio, se basa fundamentalmente en la promoción y publicación, pero sin control científico previo ni posterior.

Ejemplo de información científica

“Se evaluó el efecto de los programas nacionales de custodia y de prevención de la infección y de control de los antibióticos en la densidad de prevalencia de *Staphylococcus aureus* (MRSA) infecciones meticilina resistente a través de una región de Escocia considerando 1.289.929 hospitalizaciones y 455.508 adultos registrados en la atención primaria. Los efectos totales se definen como la diferencia entre los escenarios con la intervención (observados) y sin intervención (predecirse a partir de modelos de series de tiempo). Durante la administración de antibióticos, el uso de 4C y antibióticos macrólidos se redujo en 47% (media de la disminución de 224 dosis diarias definidas [DDD] por 1000 DAB, IC del 95%: 154-305, $p = 0 \cdot 008$) en los hospitales y el 27% (media de la disminución 2 · 52 DDD por 1.000 identificaciones, 0 · 65-4 · 55, $p = 0 \cdot 031$) en la comunidad. Densidades de prevalencia del Hospital de MRSA estaban inversamente relacionados con la prevención de infecciones intensificado y control, pero positivamente asociados con tasas de MRSA en los hospitales vecinos, presiones de importación, de ocupación de camas, y el uso de fluoroquinolonas, amoxicilina-ácido clavulánico y cefalosporinas de tercera generación”.

Fuente: Timothy Lawes, MSc; José-María Lopez-Lozano, PhD; Cesar A Nebot, MSc; Gillian Macartney, MSc; Rashmi Subbarao-Sharma, MSc; Ceri RJ Dare, MSc; Karen D Wares, MSc; Ian M Gould, MBChB. En:
[http://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(15\)00315-1/supplemental](http://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(15)00315-1/supplemental)

Ejemplo de información pseudocientífica

“Se ha planteado una posible conexión entre timerosal y el autismo. Muchos científicos consideran que los estudios citados por la Organización de salud alternativa BioAutismo, constituyen convincente evidencia que existe una relación directa entre la toxicidad del timerosal y el desarrollo de enfermedades genéticas y degenerativas. Se señala que hay evidencia sobre un efecto tóxico relacionado con el timerosal inoculado

con las vacunas administradas para la prevención de enfermedades en la población general.

Respecto a la conexión del timerosal con el autismo, la información publicada ha creado confusión en las personas. Un factor importante de confusión es casi un alcance de nombres. Por una parte se tiene al metilmercurio, compuesto organometálico de conocida propiedades neurotóxicas, ampliamente documentadas y por otra, se tiene al etilmercurio, derivado de la metabolización del timerosal en el organismo. Ambas moléculas son parecidas, su diferencia es sólo un átomo de carbono, así como también lo son las moléculas de alcohol metílico y alcohol etílico, pero la ingesta de alcohol metílico puede matar o dejar ciego, mientras la de alcohol etílico sólo causa una borrachera y la resaca correspondiente al despertar. De la misma manera, el etilmercurio y el metilmercurio son diferentes en su toxicidad y su acción en el organismo.”

Elaborado para la Comisión Permanente de Salud de la Cámara de Diputados, en el marco de la discusión del Proyecto de Ley “Elimina las Vacunas multidosis con Timerosal o Compuestos Organomercúricos”, Boletín N° 7036-11, en Primer Trámite. Diputada Cristina Girardi.
Fuente: <http://www.navarro.cl/wp-content/uploads/Posibles-efectos-del-timerosal-sobre-la-salud-infantil.doc>

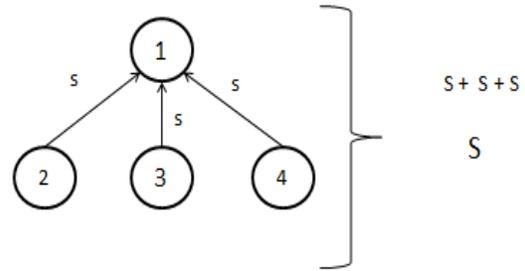
Pregunta: ¿Qué diferencias notas entre los dos tipos de información?

Comparte tu comentario con los demás, y no olvides de dar las razones que lo respaldan.

2.- Ejemplo y ejercicios

Para analizar y señalar si un texto o escrito es o no científico, también se puede utilizar el modelo de argumentación que hemos visto anteriormente. En este caso se utilizaría como transferencia de conocimiento, aplicando la argumentación como un modelo mental que permite filtrar la información que tenemos y evaluando su relevancia. Realizando un ejemplo con el primer texto (el que se dice es científico) la aplicación del modelo argumentativo sería así:

[1] es un texto científico. Debido a que [2] presenta la población y muestra con la que se trabaja; también [3] presenta un grupo de intervención y otro de control. Finalmente [4] muestra que la fuente es de una revista científica.



El argumento de que el texto es científico es muy sólido por lo cual se puede presentar con seguridad (evaluación global S), lo cual ha sido establecido porque las razones también son sólidas (el texto señala explícitamente la población y muestra considerada, lo que es aceptable y válido según el método científico, lo mismo para la razón 3, del uso de grupo experimental y de control). Finalmente la razón de que está reseñada en una revista científica (razón 4), es aceptable pues si es una revista científica debe tener un responsable o equipo editor que revise, y es suficiente pues aparece la referencia electrónica y se puede acceder a ella.

Ahora en forma individual, proponer un argumento para el texto cuasicientífico, diagramando y evaluándolo.

--	--

Observaciones:

Para tener más seguridad de que has hecho un buen trabajo, puedes aplicar las preguntas metacognitivas que vimos en la sesión 1.

Preguntas de metacognición:

- Se han encontrado las razones suficientes? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

- Las razones son certeras y válidas? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

3.- Aplicación. Analizar en forma individual el siguiente texto, luego aplicar el modelo de argumentación (identificar conclusión y razones, diagramación y evaluación) que permita sustentar la tesis de si es un texto científico o no. Finaliza aplicando las preguntas metacognitivas que te permitan tener seguridad de tu trabajo.

Las salas de emergencia con frecuencia son una 'red de seguridad' para los esquizofrénicos, según los CDC

Un informe encuentra más de 380,000 visitas a emergencias en un periodo de dos años en los adultos menores de 65.

E.J. Mundell

Un informe reciente encuentra que, con demasiada frecuencia, los estadounidenses esquizofrénicos que no están recibiendo suficientes medicamentos terminan buscando atención en las salas de emergencias de los hospitales del país. El informe, publicado el miércoles por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de EE. UU., encontró que entre 2009 y 2011, se registraron más de 382,000 visitas a salas de emergencias de personas de 18 a 64 años de edad con esquizofrenia.

En muchos de esos casos se trataba de personas con Medicaid que carecían de techo o vivían en lugares como hogares de ancianos o viviendas comunitarias, apuntaron los investigadores. Los departamentos de emergencia "podrían servir como red de seguridad para los pacientes de esquizofrenia que no están recibiendo atención médica de otra forma", dijeron el Dr. Michael Albert y Linda McCaig, que trabajan en el Centro Nacional de Estadísticas de Salud (NCHS) de los CDC.

El Dr. Michael Birnbaum, un experto en salud mental, afirmó que los nuevos hallazgos "no eran sorprendentes". "Lamentablemente, por todo Estados Unidos muchas personas con alguna enfermedad mental, y sobre todo individuos con esquizofrenia, reciben una atención médica psiquiátrica y física inadecuada", dijo Birnbaum, director del programa de tratamiento temprano del Hospital Zucker Hillside en Glen Oaks, Nueva York. "Dado el acceso limitado a la atención psiquiátrica de calidad, y una cobertura limitada de seguro, los individuos con el mayor riesgo, como los esquizofrénicos, pueden terminar en las salas de emergencias durante las crisis", planteó.

Según el Instituto Nacional de la Salud Mental (NIMH) de EE. UU., la esquizofrenia es un trastorno "crónico, grave y que deja a la persona inválida" que afecta a alrededor de un 1 por ciento de los estadounidenses. Con frecuencia, la afección conlleva sensaciones como "oír voces", paranoia y otros efectos que "aterrorizan a las personas con la enfermedad y hacen que se retraigan o se agiten de forma extrema", señaló el NIMH. El nuevo estudio utilizó datos de las visitas a los hospitales de 2009 a 2011 de centros médicos de todo Estados Unidos. Encontró que, en los pacientes de mayores de edad, los hombres tenían una tasa de visitas a emergencias por la esquizofrenia que era el doble que la de las mujeres.

Esta población de pacientes también tiene una tasa alta de carencia de hogar o de techo dónde vivir. Según el informe, el 7.5 por ciento de las visitas a las salas de emergencias por esquizofrenia fueron realizadas por personas sin hogar, frente a menos de un 1 por ciento de las visitas por otras afecciones. El porcentaje de visitas a emergencias vinculadas con la esquizofrenia por parte de personas que vivían en residencias no privadas (como hogares de ancianos, hospitales psiquiátricos, viviendas comunitarias, cárceles y centros de vivienda asistida) también fue mucho más alto cuando se comparó con las visitas a emergencias por otras afecciones que no fueran esquizofrenia, apuntaron los investigadores.

Los investigadores señalan como conclusión del estudio que "las personas que sufrían de crisis relacionadas con la esquizofrenia a quienes atendieron en una sala de emergencias, pasaban por la enfermedad porque tenían muchas menos probabilidades de que esa atención fuera pagada por un seguro privado.

Fuente: <http://consumer.healthday.com/public-health-information-30/centers-for-disease-control-news-120/las-salas-de-emergencia-con-frecuencia-son-una-red-de-seguridad-para-los-esquizofr-eacute-nicos-seg-uacute-n-los-cdc-703574.html>

Escribe las razones y conclusión	Diagrama y evalúa
----------------------------------	-------------------

Preguntas de metacognición:

- Se han encontrado las razones suficientes? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

- Las razones son certeras y válidas? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones:

SESIÓN 5

Objetivo. Aplicar estrategias para inferir ideas a partir de información científica

1. Introducción al tema. La importancia de la inferencia de información, desde los datos científicos.

La creación de una inferencia es un paso importante en el proceso del descubrimiento científico. En la ciencia, una inferencia es una idea que llegó desde la evidencia. Cuando un científico llega a una conclusión tal como "la hierba es verde en verano", llega a esto por medio de inferirlo de una observación del pasto en los meses de verano. Las inferencias de los científicos pueden llegar de la observación casual, de un experimento o de información de segunda mano. La inferencia, explica o interpreta lo que ya ha ocurrido.

Se reconocen dos clases de inferencias, la inferencia inmediata de un juicio, que extrae una idea a partir de una sola premisa (deductiva).

El caso de una operación aritmética:

2 _____ 2 = 1
Si $2 + 2$ y 2×2 es 4
y $2 \div 2$ es 1

Entonces la operación es división

En la inferencia mediata la conclusión se obtiene a partir de dos o más premisas (inducción).

El caso del jarrón

Un hecho: JUAN TRANSPORTABA UN JARRÓN

Otro hecho: EL JARRÓN ESTÁ ROTO.

Otro hecho: JUAN SE DIRIGIA HACIA EL JARRÓN

¿Qué inferencias se pueden formular?

- Juan tropezó, cayó y rompió el jarrón
- El jarrón estaba trizado y Juan al apretarlo, lo rompió
- Etc.

Estas posibles conclusiones que se dan a partir de los hechos, pueden tener diferentes grados de exactitud o plausibilidad⁶, el pensamiento crítico nos ayuda a buscar la

⁶ Según la RAE, plausible significa «atendible, admisible, recomendable» (además de merecedor de aplausos, que es su primera acepción). Obviamente, no todas las posibilidades son igual de admisibles o dignas de atención y en un

información que nos permitirá determinar cuál de ellos puede ser más exacto o plausible en función de datos que se puedan corroborar.

2.- Ejemplo y ejercicios.

Analice el ejemplo que se plantea sobre cómo aplicar la inferencia en una actividad en clases. Luego proponga ud. una actividad donde se pueda mostrar el uso de estrategias de inferencia de datos con una aproximación de pensamiento crítico.

Sara y Juan, compañeros de curso, discuten sobre el agua. Sara afirma que el vapor del aire se debe a que el agua que hay sobre la tierra “se va”, se evapora. Afirma que esto se produce porque cuando hay calor el agua se evapora y se eleva. Es lo mismo que pasa con una tetera o un calentador de agua. En la ducha, dice, al usar agua caliente, ocurre lo mismo. Juan no está tan seguro, pero no tiene argumentos para discutir.

- El profesor les pide que realicen la siguiente serie de observaciones:
- Colocar agua en un vaso, hasta la mitad de su capacidad,
- Marcar el nivel de líquido usando un lápiz cera o una cinta de papel engomado,
- Poner el vaso en la parte alta de un estante y observen el volumen de líquido después de 24, 48 y 72 horas, registrando las observaciones es.
- ¿Cuál es el resultado?
- ¿Conclusiones?

El profesor dice: ¿nos quedaremos tranquilos tan sólo concluyendo con esos resultados? ¿Cómo nos aseguramos que esa conclusión es la más exacta? (pregunta metacognitiva).

Señale algunas acciones que permitan a Juan encontrar los hechos para inferir una conclusión de la situación:

sistema donde los recursos son limitados, las prioridades deben tomarse precisamente en función de estas consideraciones probabilísticas.

SESIÓN 6

Objetivo. Aplicar estrategias de indagación para fortalecer el pensamiento crítico

1. Introducción al tema. La habilidad de Indagación.

La indagación es un proceso que se da en el pensamiento desde muy temprano en el desarrollo humano. Se conceptualiza como un proceso de pensamiento que permite buscar la construcción y deconstrucción del propio aprendizaje en la investigación, implicando el desarrollo de conocimiento y entendimiento de las ideas científicas (Camacho, Hermosilla y Finol, 2008). Es una actividad polifacética que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo que se conoce y qué falta por conocer, utilizar instrumentos para reunir y analizar datos, así como proponer respuestas, explicaciones y predicciones (Garritz, 2010).

De modo más focalizado, se define como un procedimiento adaptativo compuesto de actividades que conllevan a los estudiantes a realizar observaciones, examinar diferentes fuentes de información, recoger, analizar e interpretar datos; proponer explicaciones, predicciones, comunicar y socializar los resultados producto de los procesos sistemáticos desarrollados (Camacho et al., 2008).

Se le plantea como un importante aporte al campo educativo, puesto que permite que los estudiantes desarrollen conocimiento y entendimiento de las ideas científicas en el manejo de sus aprendizajes (Garritz, 2010). El modelo indagativo plantea que el docente es un agente activo en su propia formación, y asume que cuanto más conozca los orígenes y consecuencias de sus acciones, pueden existir más posibilidades de poder cambiarlas o fundamentarlas (Miranda, Zambrano y Jelves, 2010).

El uso de la indagación no sólo debiera llevar a una mayor comprensión de conceptos científicos y al desarrollo de habilidades científicas, sino también a una mayor comprensión acerca de la misma Naturaleza de la Ciencia, de manera que se genere una comprensión del desarrollo del conocimiento científico y su relación con la sociedad (González et al., 2009).

¿Qué piensas tú de esto?

La indagación permite analizar una información para determinar si presenta los elementos básicos de precisión y validez que le den sustentabilidad científica. Para ello es relevante buscar los datos que permiten señalar su objetividad, señalar si son datos

de primera fuente o validados por algún procedimiento, y usarlos para evidenciar dicha objetividad, mediante la aplicación del análisis argumentativo

2. Aplicación.

Analice el siguiente texto, señale cuál es el argumento central que se propone, y evalúe su solidez. Mediante la indagación infiera si es un texto científico o no (recuerde señalar las evidencias).

Durante la última década, han surgido preguntas respecto a una relación entre el autismo y las vacunas, específicamente la vacuna de combinación para sarampión, paperas, rubeola (MMR) y el agente de conservación timerosal, el cual aunque nunca está presente en la MMR, sí estaba presente en varias vacunas que se utilizaban durante los años 1990. En 1999, los fabricantes de vacunas empezaron a retirar el timerosal de sus productos. Actualmente, el timerosal está presente en algunas de las vacunas de influenza inactivas. Las inquietudes relacionadas con la seguridad de las vacunas han recibido mucha atención de parte de los padres, fabricantes de vacunas y los medios. Se han realizado docenas de estudios en los Estados Unidos y en otras partes.

El propósito de este artículo es enumerar esos estudios y proporcionar vínculos a las publicaciones para permitir que los padres y las personas que administran o recomiendan las vacunas lean la evidencia por ellos mismos. Los estudios proporcionados se han publicado en los diarios médicos evaluados por expertos. Estos estudios no muestran ninguna relación entre la vacuna MMR, el timerosal y el autismo. Esta no es una lista exhaustiva y se actualizará con frecuencia ya que se siguen realizando estudios de seguridad de las vacunas.

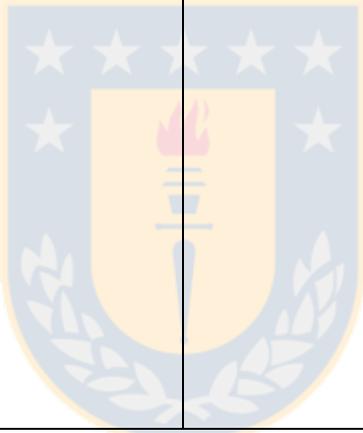
Investigadores en Polonia compararon el historial de vacunación y el diagnóstico en 96 niños con autismo, de las edades de 2 a 15 años, así como 192 niños en un grupo de control. Para los niños diagnosticados antes de un diagnóstico de autismo, el riesgo de autismo fue menor en los niños que recibieron una vacuna de MMR que en los niños que no fueron vacunados. Se obtuvo un resultado similar para la vacuna de sarampión de un solo antígeno.

Otro estudio de casos control de 98 niños vacunados entre las edades de 10 a 12 años en el Reino Unido con el trastornos del espectro del autismo (ASD) y dos grupos de edad similar: 52 niños con necesidades especiales pero sin ASD y 90 niños en el grupo de desarrollo típico. No se encontró diferencia entre los casos y controles para la respuesta de anticuerpos del sarampión. No hubo relación dosis-respuesta entre los síntomas del autismo y las concentraciones de anticuerpos.

Fuente: <https://www.healthychildren.org/Spanish/safety-prevention/immunizations/Paginas/Vaccine-Studies-Examine-the-Evidence.aspx>

Señale a partir del texto si podría haber alguna relación entre la aplicación de vacunas y la aparición de condiciones como el autismo, señale la evidencia que respalde su respuesta.

Diagrame y evalúe la solidez del argumento que ha planteado

Escribe las razones y conclusión	Diagrama y evalúa
	

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones:

SESIÓN 7

Objetivo. Conocer los fundamentos del razonamiento hipotético

1. Introducción al tema. El Razonamiento Hipotético como Inducción.

El razonamiento inductivo es un modo pensar que se basa en establecer conclusiones provisionales de una realidad para buscar argumentos o datos que las verifiquen. Se diferencia del razonamiento deductivo en que este último se basa en razones necesarias para realizar una conclusión, a partir de datos ya establecidos y conocidos.

Un ejemplo de razonamiento inductivo sería:

Cada uno de los estudiantes de la clase, al entrar a la sala, debía haber tomado su hoja de examen. En el escritorio quedan algunas hojas de exámenes, por lo tanto es probable que hayan faltado algunos.

Un ejemplo de razonamiento deductivo sería:

Todos y cada uno de los estudiantes de la clase al entrar a la sala han tomado su hoja de examen. En el escritorio quedan tres exámenes, por lo tanto han faltado tres estudiantes.

¿En qué crees que se parecen y en qué crees que se diferencian?

Una diferencia entre ambos es que mientras el razonamiento deductivo permite tener más certeza, el inductivo permite generar ideas diferentes, ambas situaciones muy necesarias en relación al conocimiento científico. Saiz (2002) señala que ambos tipos de razonamiento son necesarios para generar conocimientos.

Si bien se han planteado diferentes tipos de razonamiento dentro de lo que se llama el razonamiento inductivo, nos enfocaremos en el llamado Hipotético. El razonamiento hipotético es el que se efectúa a partir de premisas (hipótesis) cuyo valor de verdad se desconoce o es falso, siendo muy útil en varios contextos (Delrieux, 1995).

Comienza con la generación de hipótesis que guían el proceso de búsqueda de información que confirme o refute la hipótesis planteada, está dirigido por las hipótesis generadas. El proceso marcha desde el diagnóstico a los datos, hasta probar o encontrar los hechos que verifiquen o falseen las hipótesis; se trata de un proceso

consciente, activo y analítico (Pérez y Cruz, 2014) y se enfoca en buscar la mejor explicación para el problema o situación que se está analizando.

Un modelo sistemático de su utilización es el que plantea Saiz (2002) en los siguientes pasos:

- 1.- Buscar una explicación para un fenómeno o una solución a un problema ☺
- 2.- Proponer una hipótesis (una posible explicación o solución)
- 3.- Derivar predicciones de esa hipótesis
- 4.- Probar o verificar esas predicciones

Estos pasos se relacionan con algunas tareas de razonamiento que ya hemos revisado (argumentación, inferencia) y con otras que vamos a revisar en sesiones posteriores (desarrollo de hipótesis, probabilidades). Este tipo de manejo de informaciones y de incertidumbres es la piedra angular del llamado “edificio científico”, pues son algunos de los procesos más esenciales de aquél.

2.- Ejemplos y ejercicios: Veamos un ejemplo en que podamos aplicar los cuatro pasos señalados:

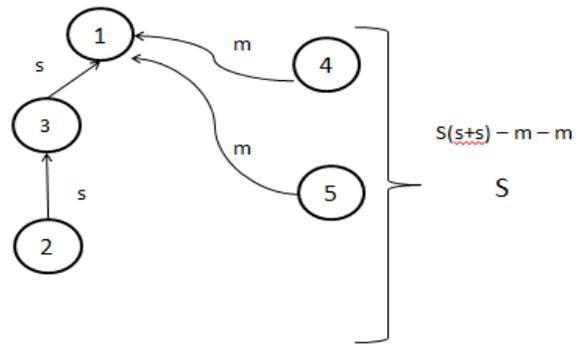


Te preparas para ir a clases por la mañana, y vives en un lugar apartado de la universidad, por donde no hay locomoción pública. Por ello tus padres te han dejado un automóvil para que puedas llegar con tiempo a clases. Es tu primer auto, y lo compartes con tu madre, que lo usa a veces para las compras, y al menos lo deja con el tanque lleno. Aunque no sabes mucho de mecánica, al menos conoces lo suficiente para enfrentar las posibles dificultades que puedan encontrar, y además fue revisado hace poco por un mecánico y lo encontró bien. Sales de la casa y subes al auto, pones la llave y le das contacto... pero el motor no arranca. Vuelves a intentarlo, y nada. Te quedas desconcertado pues tu madre lo usó ayer para las compras que realizó por la tarde. ¿Qué puede haber ocurrido?

Primero debes plantear una razón que te permita establecer una conclusión válida para explicar lo que sucede y así solucionar el problema (argumentación). Por lo tanto podemos aplicar el modelo argumentativo que ya hemos analizado

<p>Un argumento podría ser: El coche no arranca porque [1] puede haberse agotado el combustible [2] ya que fue usado ayer por la tarde. Aunque el coche [3] ha sido revisado hace poco por el mecánico, y el automóvil [4] fue usado por tu madre quien se preocupa de llenar el tanque.</p>	<p>Se Valora como Inexistente porque la razón que lo apoya es débil y tiene un contraargumento sólido</p>
--	---

Otro argumento sería: El coche no arranca porque [1] hay un desperfecto eléctrico [3] puesto que la batería está agotada, ya que [2] las luces podrían haber quedado encendidas al regresar en la tarde. Aunque el coche [4] ha sido revisado hace poco por el mecánico, y [5] fue usado ayer por tu madre para las compras.



La valoración de este argumento sería Sólida pues tiene una razón sólida que lo poya y dos en contra solo medianas.

De este modo podemos plantear una explicación plausible que nos permite explorar la causa de nuestro problema o situación. Al señalar de entre las posibles situaciones que el problema eléctrico es más sólido como argumento que el no tener combustible, acotamos válidamente el espectro de situaciones que nos sirven para explorar. Una vez que señalamos esa explicación, debemos establecer si efectivamente ese argumento es condición necesaria para la explicar la situación que deseamos clarificar, pues aun cuando un argumento sea válido y sólido, puede que se relacione solo parcial o insuficientemente con la acción que enfrenta, y para establecer una relación causal debemos señalar si es una condición necesaria o solo es suficiente. En este tipo de razonamiento (llamado proposicional) se plantean proposiciones que pueden ser inclusivas (Tú eres madre y eres hermana), exclusivas o disyuntivas (Tú eres hombre o mujer) y condicionales (Si eres alta entonces alcanzas el mueble de arriba).

Es importante establecer esta situación porque solo identificando al antecedente necesario para una consecuencia podremos hipotetizar la causa que la genera. Para ello aplicaremos un segundo cuadro denominado tabla de verdad.

Con el ejemplo que estamos analizando se propone:

Para que (A) arranque el auto, debe tener su (B) batería en buen estado, por lo tanto, si no está ($\neg B$) la batería en buen estado, ($\neg A$) no arrancará el auto. Esta situación es necesariamente antecedente de la situación que buscamos establecer, y es lógicamente más clara que por ejemplo, que no haya líquido refrigerante, o aire en los neumático, o problemas con la dirección (que podrían ser situaciones que podrían hacer que no usáramos el automóvil, pero no que no arrancará).

Las premisas (PR) señalan que si la (P2) batería está bien entonces el auto arrancará, como sabemos que el (P3) auto no arranca, entonces la conclusión es que (C1) la batería NO está bien (nótese que la negación de la proposición se señala con el signo \neg).

PR	TERMINOS	PR significa las premisas que se analizan (las proposiciones P2, P3, Pn... y la conclusión C1), mientras que los TÉRMINOS, la determinación de la relación lógica.
P2	Si B \rightarrow A	
P3	\neg A	
C1	\neg B	

Una vez que se ha establecido la explicación causal más sólida, se deben señalar y probar las hipótesis que permitan señalar por qué se da la causa de esa manera, pero eso lo dejaremos para las siguientes sesiones.

Ejercicio: En parejas analizar otro argumento que sirva de explicación para el problema, a partir de los datos de la situación (por ejemplo que el mecánico haya hecho mal su trabajo, o que la madre se olvidó de llenar el tanque, o que hubo un desperfecto mecánico, etc.

Señalar los argumentos	Diagramar y evaluar
------------------------	---------------------

Una vez evaluado, establecer la razón condicional que plantee la explicación más precisa y sólida:

PR	TERMINOS
P2	
P3	
C1	

Cuál es la explicación más sólida: _____

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones:
[_____



SESIÓN 8

Objetivo. Aplicar hipótesis en el razonamiento inductivo

1.- Introducción al tema. Uso de hipótesis para establecer respuestas a problemas.

Como vimos en la sesión anterior para establecer una explicación a un problema (capacidad de decisión) se debe establecer de la manera mas certera posible una proposición que sea condición necesaria para que ocurra, ya que asi podemos tener más seguridad de que es válida y podremos controlar y predecir de que manera va a influir en la situación (que es uno de los fines de la ciencia). Así del modelo que nos propone Saiz (2002) trabajamos el primer paso referido al razonamiento condicional y ahora toca el turno a las hipótesis.

- 1.- Buscar una explicación para un fenómeno o una solución a un problema. ✓
- 2.- Proponer una hipótesis (una posible explicación o solución) ☹
- 3.- Derivar predicciones de esa hipótesis
- 4.- Probar o verificar esas predicciones

De ese modo nos enfocaremos al paso 2 y 3, que tienen relación con la propuesta de las hipótesis y la determinación de la probabilidad de ocurrencia.

Que es una hipótesis y cuál es su rol en el trabajo científico

Una hipótesis científica es el bloque inicial de método científico. Muchos la describen como un “suposición experta”, que se basa en un conocimiento anterior o en alguna observación, como causa de un fenómeno particular. Es la sugerencia de una solución a un fenómeno inexplicado que no cabe dentro de la teoría científica aceptada. Una hipótesis es el palpito de que una idea puede llegar a convertirse en una teoría científica, que es el siguiente paso dentro del método científico.

La idea básica de una hipótesis es que no existe un resultado predeterminado. Para que una hipótesis sea aceptada como científica, debe ser algo que puede ser apoyado o refutado a través de experimentación o de la observación. Una función clave en este paso del método científico es derivar predicciones de las hipótesis sobre los resultados de futuros experimentos.

La mayoría de las hipótesis consisten en conceptos que pueden estar conectados y su relación puesta a prueba. Un grupo de hipótesis pueden formar un marco o estructura conceptual. Cuando se consigue suficientes datos y evidencias para apoyar a una hipótesis, se vuelve una hipótesis de trabajo, lo que a la larga terminará siendo una teoría, si no es probada falsa.

La formulación de cualquier hipótesis debe respetar estándares establecidos por la epistemología; el cuadro 1 presenta los aspectos más sobresalientes. De estos, quizá el más importante y que ayuda a formular, propiamente dicho, a una hipótesis es el

requisito que establece la forma sintáctica, o sea, la manera en que se redacta o se escribe una hipótesis.

Algunas Características para la Formulación de Hipótesis

1. **No debe contener palabras ambiguas o no definidas**
2. **Los términos generales o abstractos deben ser operacionalizables. Esto es, tendrán referentes o correspondencias empíricas (hechos, objetos, fenómenos reales)**
3. **Los términos abstractos, que no tienen referente empírico, no son considerados**
4. **Los términos valorativos no se consideran por no comprobarse objetivamente**
5. **Cuando sea posible, debe formularse en términos cuantitativos**
6. **La forma sintáctica debe ser la de una proposición simple. En ningún caso puede tener la forma de interrogante, prescripción o deseo**
7. **La hipótesis causal o estadística debe considerar sólo dos variables**
8. **Deberá excluir tautologías. Esto es, repetición de una palabra o su equivalente en una frase**
9. **Deberá evitar el uso de disyunciones; las que aparecen en proposiciones compuestas del tipo p o q , donde p y q son proposiciones simples cualesquiera**
10. **Deberá estar basada en el conocimiento científico ya comprobado y tomarlo como punto de partida. Esto es, considera al marco teórico**
11. **Deberá ser doblemente pertinente: a).- en su referencia al fenómeno real de investigación y b).- en el apoyo teórico que la sostiene**
12. **Deberá referirse a aspectos de la realidad que no han sido investigados aún, ya que un objetivo de la actividad científica es la producción de nuevos conocimientos, y**
13. **Finalmente, una característica de la HIPOTESIS CIENTIFICA es su falibilidad. Esto implica que una vez comprobada puede perfeccionarse a través del tiempo.**

Fuente: Pájaro, D. 2002. La formulación de hipótesis Cinta moebio 15: 373-388
www.moebio.uchile.cl/15/pajaro.htm

Haz tu propia síntesis de las 5 reglas más fundamentales de la redacción de hipótesis:

2.- Ejemplos y ejercicios.

Sigamos con el ejemplo de la sesión anterior, el automóvil que no arranca. Teníamos como explicación lógica y sólida que el auto no arrancaba debido a que la batería estaba en mal funcionamiento. Esta conclusión se deriva de una serie de proposiciones lógicas, pero no evidenciadas empíricamente, por lo que las hipótesis nos deberían ayudar a evidenciar con hechos de qué manera esa explicación es certera y en qué grado, para así poder manipular el ambiente y cambiar la situación o problema.

<p>Situación:</p> <p>El automóvil no arranca, se ha establecido que No es por no tener combustible, ya que hay razones que señalan lo contrario. No es por fallas mecánicas importantes, ya que se señala que se revisó hace poco, y porque el día anterior funcionó.</p> <p>Si se establece que es porque la batería no está funcionando bien, ya que eso causa que los autos no arranquen, y porque el día anterior se usó de tarde.</p>	<p>Hipótesis:</p> <p>H1 La batería está descargada</p> <p>H2 La batería terminó su vida útil</p> <p>H3 La batería tiene algún componente roto en su interior</p> <p>H0 La batería está cargada y funciona correctamente</p>
---	--

Si te fijas bien, verás que hay tres posibles hipótesis (H1, H2 y H3) y una hipótesis nula (H0) que es la negación de las otras, y que es la que debiera imponerse si las hipótesis señaladas no son demostradas.

Señala tú ahora una hipótesis que puedas plantear y probar para explicar la situación que origina el problema.

<p>Situación:</p> <p>El automóvil no arranca, se ha establecido que No es por la batería, ya que las luces prenden y la radio también. No es por fallas mecánicas importantes, ya que se señala que se revisó hace poco, y porque el día anterior funcionó.</p> <p>Si se establece que ni la madre ni el hijo han pasado por la gasolinera a pesar de usar el auto varias veces.</p>	<p>Hipótesis:</p>
---	--------------------------

Para saber si hemos hecho bien la actividad, usemos las preguntas de metacognición:

- Se han encontrado las hipótesis suficientes? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

- Las Hipótesis son certeras y válidas? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

3.- Aplicación: Diseñar en parejas, para la siguiente sesión, una situación o problema del área educacional que pueda ser analizada según el modelo de razonamiento hipotético. Para ello deben:

A.- Pensar una situación y redactarla como problema (debe considerar datos y hechos concretos para no caer en especulaciones, pero dejando una situación o hecho probable pero sin datos corroborables para que se genere las posibles explicaciones).

B.- Llevarla a la siguiente sesión escrita en hoja aparte, para entregarla y que se trabaje por alguna pareja (todos deben tener un caso hecho por participantes del taller y no debe ser el propio caso).

C.- Analizar y evaluar según el modelo descrito la sesión 7 para determinar la explicación.

D.- Plantear hipótesis que permitan señalar cómo se podrá evidenciar la explicación.

Una vez que terminen de evaluar la situación realizada por los compañeros, deben reservarla para el trabajo de las siguientes sesiones.

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones:

SESIÓN 9

Objetivo. Aplicar razonamiento hipotético en probabilidades

1. Introducción al tema. Uso de probabilidades para predecir ocurrencia de situaciones (viabilidad de hipótesis)

Una vez que tenemos las hipótesis que nos dan una posible vía para resolver el problema o para conocer una situación, debemos evaluarlas y analizar cuál de ellas es más probable que ocurra, esto ya que, en primer lugar, es necesario tener más de una hipótesis para no estar sesgados en relación a las posibles respuestas y porque al tener varias alternativas debemos optar por la mejor, y como nunca se tienen los recursos o el tiempo para probar todo lo que se nos ocurra, se debe priorizar la posibilidad más certera, es decir, la que tenga más probabilidades de ser evidente y válida. Así avanzamos en el modelo hacia el paso 3.

- 1.- Buscar una explicación para un fenómeno o una solución a un problema. ✓
- 2.- Proponer una hipótesis (una posible explicación o solución) ✓
- 3.- Derivar predicciones de esa hipótesis
- 4.- Probar o verificar esas predicciones

Cómo se usan las probabilidades

La probabilidad es un método por el cual se obtiene la frecuencia de un acontecimiento determinado mediante la realización de un experimento aleatorio, del que se conocen todos los resultados posibles, bajo condiciones suficientemente estables. Se usa extensamente en áreas como la estadística, la física, la matemática, las ciencias y la filosofía para sacar conclusiones sobre la probabilidad discreta de sucesos potenciales y la mecánica subyacente discreta de sistemas complejos, por lo tanto es la rama de las matemáticas que estudia, mide o determina a los experimentos o fenómenos aleatorios.

La idea de Probabilidad está íntimamente ligada a la idea de azar y nos ayuda a comprender nuestras posibilidades de ganar un juego de azar o analizar las encuestas. Se puede decir que no existe una cosa llamada probabilidad. También se puede decir que la probabilidad es la medida de nuestro grado de incertidumbre, o esto es, el grado de nuestra ignorancia dada una situación. Por consiguiente, puede haber una probabilidad de 1 entre 52 de que la primera carta en una baraja sea la J de diamantes. Sin embargo, si uno mira la primera carta y la reemplaza, entonces la probabilidad es o bien 100% ó 0%, y la elección correcta puede ser hecha con precisión por el que ve la

carta. En un universo determinista, basado en los conceptos newtonianos, no hay probabilidad si se conocen todas las condiciones.

En el caso de una ruleta, si la fuerza de la mano y el periodo de esta fuerza es conocida, entonces el número donde la bola parará será seguro. Naturalmente, esto también supone el conocimiento de la inercia y la fricción de la ruleta, el peso, lisura y redondez de la bola, las variaciones en la velocidad de la mano durante el movimiento y así sucesivamente. Una descripción probabilística puede entonces ser más práctica que la mecánica newtoniana para analizar el modelo de las salidas de lanzamientos repetidos de la ruleta.

En relación a lo anterior, se plantea que el uso de las hipótesis es el camino necesario para poder determinar las probabilidades de que un cierto fenómeno ocurra o se explique de una forma válida. Así se ha trabajado largamente desde la estadística, para poder testear de manera certera, las posibilidades de que las hipótesis sean válidas en función de probabilidades del control de las diversas variables que inciden en dicha hipótesis.

La aplicación de hipótesis para verificar probabilidades, tiene una expresión lógica y una expresión matemática. Ambas son relevantes para determinar el resultado de una tarea o situación.

¿Puedes pensar un momento y señalar qué diferencias y semejanzas pueden haber en la expresión lógica y la expresión matemática?

2.- Ejemplos y ejercicios: Uso de hipótesis para determinar probabilidades en contextos científicos.

Ejemplo: Se muestra una situación para revisar la relación entre hipótesis y predicción (probabilidades)

En una revisión de 5.000 casos de problemas de baterías de automóviles, se descubrió que el 5% de los fallos se daba por razones de componentes o estructurales, mientras que el 30% de los fallos se daba por mal uso. ¿Si a ud. le han pedido testear 500 baterías de automóvil, en cuántas esperaría tener problemas de fábrica (componentes)?

Hipótesis:

- a.- Se espera encontrar fallos en más de 100 baterías
- b.- Se espera encontrar fallos en menos de 100 pero más de 50 baterías
- c.- Se espera encontrar fallos en 50 o menos baterías

Solución: El planteamiento lógico señala que si 5% del total corresponde a fallos de componentes, entonces ese mismo porcentaje debería esperarse en el número dado (500) por lo que habría que calcular el 5% de 500, $(500 \times 5) \div 100$ que es 50 (planteamiento matemático). Lo que avalaría la hipótesis señalada como c.

Respuesta: De este modo se puede predecir que lo más probable es que no más de 50 baterías deben presentar fallos estructurales o de componentes.

Ejercicios: Lea los siguientes ejercicios, plantee una hipótesis, busque como corroborarla y señale una probable respuesta a dicha hipótesis.

1.- Si yo tengo una canasta llena de peras y manzanas, de las cuales hay 20 peras y 10 manzanas. ¿Qué fruta es más probable que saque al azar de la canasta?

Hipótesis:

Comprobación:

Respuesta: _____

2.- En una sala de clases hay 20 mujeres y 12 hombres. Si se escoge uno de ellos al azar. ¿Cuál es la probabilidad de que la persona escogida sea hombre?

Hipótesis:

Comprobación:

Respuesta: _____

3.- Aplicación. A partir del trabajo de la sesión anterior realizada por sus compañeros y que Ud. guardaron (evaluación de la explicación más sólida y determinación de las hipótesis), cada pareja deberá analizar la probabilidad de las hipótesis y señalar cuál es la más probable para probar empíricamente. Si le hacen falta datos o información para establecer las hipótesis o su plausibilidad, puede incorporarla antes de plantear el análisis de probabilidades (recuerden guardar sus respuestas para la sesión 11).

Información – situación	Explicación	Hipótesis
Información adicional (opcional)		

Análisis de probabilidades (comprobación):

Formulación lógica	Formulación matemática
---------------------------	-------------------------------

Respuesta:

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones:



SESIÓN 10

Objetivo. Conocer estrategias para probar hipótesis

1. Introducción al tema. Estrategias de comprobación de hipótesis.

Para finalizar con el proceso de razonamiento hipotético y determinar si una proposición es certera o no, se debe buscar la manera de probar con datos observables, que tal proposición se presenta de la manera en que la hemos planteado o predicho. Es decir, se debe buscar comprobar o testear la hipótesis que hemos elaborado para explicarnos la situación que causa el problema.

- 1.- Buscar una explicación para un fenómeno o una solución a un problema. ✓
- 2.- Proponer una hipótesis (una posible explicación o solución) ✓
- 3.- Derivar predicciones de esa hipótesis ✓
- 4.- Probar o verificar esas predicciones ☹

Para lograr esta comprobación o prueba de las hipótesis se pueden utilizar dos grandes estrategias, fuertemente relacionadas con la investigación. La observación y la experimentación.

La observación científica es un procedimiento sistemático de recolección de información que se realiza a través de medios conductuales (mirando y registrando una serie de datos o eventos del medio) o a través de medios electrónicos (a través de grabaciones, videos, registros de frecuencias, cambios de intensidad, etc.).

La experimentación es un proceso más complejo pues conlleva el diseño de una situación de manipulación donde algunas variables se ponen en relación para ver si algún grado de relación causal. Hay diferentes tipos de diseños de experimentación que los verás en tus cursos o quizás ya los habrás visto.

Tanto la observación como la experimentación son útiles para la comprobación de las hipótesis o predicciones de eventos, ya que permiten registrar datos primarios que permitirán corroborar o falsear las hipótesis que tenemos señaladas.

Comparte con tus compañeros la siguiente reflexión:

¿Será lo mismo usar una observación que una experimentación para recoger los datos necesarios para corroborar una hipótesis, o habrá diferencias en su uso?

2.- Ejemplos y ejercicio.

Retomaremos el ejemplo del problema del auto:

Se establece que el automóvil no arranca (problema) porque la batería no está funcionando bien (explicación), ya que eso causa que los autos no arranquen (causa necesaria), y porque el día anterior se usó de tarde (contraargumento). La hipótesis que pensamos nos puede ayudar a determinar la causa del problema (hipótesis de trabajo) es:

H1 La batería está descargada

Y la hipótesis nula (la situación contraria a la que proyectamos) es:

H0 La batería está cargada y funciona correctamente

Para comprobar que la hipótesis de trabajo es correcta y no la hipótesis nula, debemos decidir por una de las estrategias señaladas. El probar que una situación es válida en vez de la otra es importante ya que toda situación de decisión científica debe ser excluyente (si es A entonces no es B), sin ello es difícil explicar los eventos de la realidad con certeza.

En este caso de la comprobación de la hipótesis “La batería está descargada” es pertinente usar la experimentación y no la observación, ya que solo por la recolección de datos, no lograremos saber con certeza si la batería funciona o no. Para ello necesitamos manipular algo de la situación (la batería), por ejemplo, poniendo en sus terminales eléctricos un cable y uniéndolos con una ampolleta, si la ampolleta no prende, entonces sabremos que la batería está descargada, por lo que se comprueba la hipótesis de trabajo y se deshecha la hipótesis nula.

Ahora ejercitemos, de las hipótesis siguientes, señalen si utilizarían observación u experimentación para comprobarla y qué pasos realizarían.

Hipótesis	Estrategia	Pasos
H1 cuando los niños jueguen, la bola golpeará menos de 10 veces en el suelo antes de llegar a su destino H0 Cuando los niños jueguen, la bola golpeará más de 10 veces en el suelo antes de llegar a su destino		

H1 La persona X mentira cada vez que le pregunten su edad H0 La persona X no mentirá cada vez que le pregunten su edad		
H1 El vapor de agua elevará la cortina de la ducha al estar el agua a 50° C. H0 El vapor de agua no elevará la cortina de la ducha al estar el agua a 50° C.		

3.- Aplicación: A partir de los datos de la aplicación de la sesión 9 (cálculo de probabilidades), complementen las predicciones (probabilidades) de ocurrencia de las hipótesis, con estrategias que permitirán comprobarlas empíricamente.

Hipótesis	Predicción (probabilidad)	Estrategia de comprobación (pasos)

Para saber si hemos bien la actividad usemos las preguntas de metacognición:

- He comprendido adecuadamente la tarea? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

- Las predicciones y estrategias son certeras y válidas? Cómo lo sé o lo demuestro: _____

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones: _____



SESIÓN 11

Objetivo. Identificar dificultades en el razonamiento hipotético y probabilístico

1.- Introducción al tema. Sesgos y heurísticos en el razonamiento hipotético.

Las personas, en general, no tienen un razonamiento estadístico correcto cuando hacen inferencias intuitivas sobre acontecimientos inciertos, bien porque no han aprendido nunca estas leyes, bien porque superan sus capacidades de cálculo mental. En lugar de esto, confían en reglas relativamente simples o probabilidades subjetivas llamadas **heurísticas** que son las que guían intuitivamente sus juicios (Nieto, 2002). Los heurísticos son mecanismos cognitivos que nos permiten plantear una serie de pasos para tomar una decisión, en base a información poco clara, en ello no hay problema, y muchas veces, nos permiten un acercamiento al conocimiento útil. Algunos de los dilemas probabilísticos con los que se enfrentan las personas están relacionados con la pertenencia de un elemento a una categoría (¿Qué probabilidad hay de que el elemento A pertenezca a la clase B?). Para resolverlo confiamos en la heurística de representatividad, lo que nos lleva a pensar que una persona pertenece a una categoría porque hay información que “nos hace creer” que es de esa misma categoría.

Un ejemplo tomado de Tversky y Kahneman (1982) señala Carmen tiene 30 años, es una persona honesta e inteligente. Se licenció en filosofía y cuando estudiaba, siempre estuvo vinculada a movimientos contra la injusticia y la discriminación de la mujer. Siempre ha participado en las manifestaciones que abogaban por los menos favorecidos.Cuál de las siguientes tareas cree que está realizando Carmen: a) Profesora de secundaria, b) Cajera de un Banco, c) Directora de un centro de defensa de la mujer, d) Activista feminista y cajera de banco (adaptado de Nieto, 2002). Lo más probable es que su respuesta sea primero C, luego tal vez D, tal vez A, y finalmente B. Eso porque el hecho de dar información de pertenencia (o representatividad) de una categoría, nos lleva a crear un juicio respecto a esa información.

Estos atajos de pensamiento o heurísticos tienen aparente validez, puede parecer razonables seguirlos, pero a menudo llevan a **sesgos** predecibles, que son formas de razonar en base a prejuicios (Kahneman, Slovic y Tversky, 1982). Con el uso de los heurísticos y sesgos, se producen buenas respuestas, ya que las muestras y los resultados más representativos tienen una mayor probabilidad de ocurrencia, sin embargo, nos lleva a pensar poco y eso produce errores.

2.- Ejemplos: Analice el siguiente ejemplo y reflexione cómo influyen los sesgos en el razonamiento probabilístico.

Otro heurístico (que nuevamente mal usado puede llevar a sesgo) es el hecho de fijarnos sólo en la similitud de la muestra con la población de origen, es decir solo a fijarnos en si algo es similar a lo que buscamos para valorarlo como cierto. Eso es llamado heurístico o sesgo de confirmación, y se puede ver en el siguiente ejemplo: Ud

tiene cuatro cartas encima de la mesa, las que tienen un número por un lado y una letra por el otro; le dicen que si una carta tiene una vocal de un lado, entonces siempre tendrá un número par del otro lado. Cuál o cuales de las siguientes cartas tendría que voltear para saber si la persona dice lo correcto? (debe ser el menor número de intentos):



Seguramente lo primero que haría es volver las cartas que tienen la E o el 4 primero, si es así, estaría decidiendo en base a la confirmación de la información que tiene (sesgo de confirmación), es decir, lo que le permite confirmar la regla. Sin embargo en el trabajo científico lo más relevante (según el actual paradigma) es intentar falsear la información para saber que es válida, no confirmarla. Es decir, si debemos buscar científicamente cómo saber si la información es válida, en el menor tiempo o intentos posibles, debiéramos usar solo uno de los elementos de confirmación (E o 4), y luego probar si los otros elementos anulan o desconfirman a información que tenemos (voltear la K o el 7).

Ejercicio. Realice Ud. en forma individual el siguiente y luego comparta con sus compañeros su respuesta:

Imagine que nos estamos preparando para la llegada de una extraña epidemia que se espera provoque la MUERTE de 600 personas. Se han preparado dos programas alternativos para combatir la enfermedad, por los costos y el poco tiempo, sólo se puede aplicar uno de ellos. Suponga que las estimaciones (lo más exactas posibles a partir de los estudios previos) son:

A.- Si se adopta el programa A, se salvarán de seguro 200 personas de las que se proyecta sean infectadas.

B.- Si se adopta el programa B, hay una posibilidad de 1/3 de que se salven las 600 personas, pero también la posibilidad de 2/3 de que no se salve nadie.

¿Cuál de los dos programas elegiría? Señale por qué: _____

Una estrategia que ayuda a enfrentar los sesgos es aplicar el razonamiento proposicional y analizar si la situación que vamos a elegir, es una condición necesaria para el problema o no, y si no lo es, se debe buscar nueva información o volver a analizar el problema hasta encontrar su condición necesaria.

3.- Aplicación. En parejas, lean y resuelvan los siguientes ejercicios y señale cuál de los tipos de heurísticos o sesgos se relacionan con su presentación.

1.- Un estudio señala que existe un 12.5% de posibilidades que ud. encuentre una persona con sus mismos intereses (una de cada ocho) en una fiesta casual de

conocidos. Ud. pone a prueba ese estudio y se apunta a la primera fiesta que encuentra de unas amistades, que justamente celebrarán un cumpleaños. Dichas amistades son estudiantes de medicina, y al menos la mitad de los asistentes serán personas que estudian esa carrera, por lo que ud. piensa que para que su prueba sea más válida, su tema de interés será la importancia de las vacunas en los niños. Ud. va a la fiesta y conversa con 16 personas, señalándoles su tema de interés y escuchando los de ellos. ¿Cuál es la probabilidad de haber encontrado personas con afinidad en su tema de interés?

a.- 1/16 b.- 2/16 c.- 4/16 d.- 8/16 e.- 16/16

Comenta tu respuesta con tus compañeros/as y con el tutor, y reflexiona: ¿tu respuesta se ajustó al valor correcto? ¿si no fue así, por qué crees que sucedió eso? ¿qué tipo de heurístico está presente?

2.- Tienes que evaluar si a una amiga o amigo le gusta un determinado perfume para regalárselo en su cumpleaños, este perfume es una edición nueva, limitada, refinada y a un precio muy conveniente, por lo que te interesa regalárselo. La vendedora te ha dicho que el perfume tiene un aroma cítrico muy suave, con notas a dulce y canela. Tú crees saber que le gustan los aromas florales, pero no sabes si le gustan suaves o fuertes; por otro lado, tú sabes que esa amiga/o no te responde nada tan concretamente de manera directa, porque no le gusta contradecirte, pero su cara lo dice todo. Tomaste varias muestras de los perfumes para corroborar si le gustará el aroma y se las presentarás, pero por el tiempo solo podrás hacer que huelan cuatro de ellas

¿Cuáles escogerías para saber, contrario a toda duda, que a tu amigo/a le gustará el aroma del perfume?

- 1.- Una muestra con aroma limón suave.
- 2.- Una muestra con aroma a pimienta fuerte.
- 3.- Una muestra con aroma a café y canela muy marcado.
- 4.- Una muestra con aroma a dulce de leche

Comenta tu respuesta con tus compañeros/as y con el tutor, y reflexiona: ¿tu respuesta se ajustó al valor correcto? ¿si no fue así, por qué crees que sucedió eso? ¿qué tipo de heurístico está presente?

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones: _____



SESIÓN 12

Objetivo. Reforzar las características principales de la argumentación, del razonamiento hipotético y de los sesgos.

1. Introducción al tema. Importancia de reforzar las características de las habilidades trabajadas.

Se ha planteado la importancia del razonamiento práctico (argumentación) y la del razonamiento hipotético para lograr el razonamiento científico. Además de lo anteriormente dicho, se debe señalar que el razonamiento científico es solo un camino (como entre muchos) para lograr un conocimiento de la realidad. Sin embargo, tiene propiedades particulares que le permiten determinar que el camino por el que alcanza el conocimiento, es el más confiable y válido (lo que es difícil de demostrar por los demás ámbitos del conocimiento).

Argumentar y decidir son las dos grandes capacidades de la mente que se ponen en juego al usar los tipos de razonamiento que hemos visto en el taller, y si le sumamos la metacognición, tenemos un modo de usar el pensamiento que se orienta a buscar la mejor explicación posible para que se resuelva el problema que enfrentamos, determinando que las razones que usamos son las válidas y necesarias, evitando dejar información relevante de lado, evaluando los posible sesgos que nos puedan interferir, proyectando las probabilidades de que tengamos razón y buscando los medios para comprobarlo. A esto le llamamos Pensamiento Crítico.

En grupos pequeños reflexionen la siguiente pregunta:

¿Por qué es importante que un docente (o futuro docente) desarrolle habilidades de pensamiento crítico? ¿Pueden ser usadas estas habilidades de pensamiento en el trabajo con los estudiantes?

Al finalizar, compartan su reflexión con los demás compañeros.

2. Aplicación.

Leer en grupos pequeños (no más de cuatro personas) el texto que se presenta a continuación, y posteriormente analizarlo utilizando las habilidades trabajadas en el

taller (razonamiento práctico, razonamiento hipotético, identificación de sesgos, preguntas metacognitivas).

“En términos generales se puede afirmar que la motivación es la palanca que mueve toda conducta, lo que nos permite provocar cambios tanto a nivel escolar como de la vida en general. Pero el marco teórico explicativo de cómo se produce la motivación, cuáles son las variables determinantes, cómo se puede mejorar desde la práctica docente, etc., son cuestiones no resueltas, y en parte las respuestas dependerán del enfoque psicológico que adoptemos. Además, como afirma Nuñez (1996) la motivación no es un proceso unitario, sino que abarca componentes muy diversos que ninguna de las teorías elaboradas hasta el momento ha conseguido integrar, de ahí que uno de los mayores retos de los investigadores sea el tratar de precisar y clarificar qué elementos o constructos se engloban dentro de este amplio y complejo proceso que etiquetamos como motivación. Sin embargo, a pesar de las discrepancias existentes la mayoría de los especialistas coinciden en definir la motivación como un conjunto de procesos implicados en la activación, dirección y persistencia de la conducta (Beltrán, 1993a; Bueno, 1995; McClelland, 1989, etc.). Si nos trasladamos al contexto escolar y consideramos el carácter intencional de la conducta humana, parece bastante evidente que las actitudes, percepciones, expectativas y representaciones que tenga el estudiante de sí mismo, de la tarea a realizar, y de las metas que pretende alcanzar constituyen factores de primer orden que guían y dirigen la conducta del estudiante en el ámbito académico. Pero para realizar un estudio completo e integrador de la motivación, no sólo debemos tener en cuenta estas variables personales e internas sino también aquellas otras externas, procedentes del contexto en el que se desenvuelven los estudiantes, que les están influyendo y con los que interactúan como la interacción con el profesor, el ambiente de la clase, las relaciones con los compañeros, etc., que son los elementos que podrían estar más a la mano de los docentes, lo que no se logrado hacer con la suficiencia validación.

(Adaptado de: García Bacete, F. y Doménech, F.(1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. REME, Revista Electrónica de Motivación y Emoción, Vol 1, nº 0. En <http://reme.uji.es/articulos/pa0001/texto.html>

Itinerario de trabajo:

- 1.- Identificar los argumentos que basan la situación o problema que plantea el texto
- 2.- Seleccionar aquel que permitirá explicar la situación, analizar si presenta las condiciones necesarias y si no, indagar mas razones que permitan plantear la explicación del problema.
- 3.- Establecer las inferencias de la explicación del problema, seleccionar la más aceptable y plantear las hipótesis que permitan encontrar la situación que establece el problema o que lo permite solucionar.
- 4.- Analizar y proponer predicciones (probabilidades) de ocurrencia de las hipótesis, analizar si existen sesgos que estuviesen influyendo en la propuesta de probabilidades.
- 5.- Identificar estrategias de comprobación de las hipótesis probables señalando los pasos a seguir.
- 6.- Aplicar preguntas metacognitivas para asegurarse de que se han tomado adecuadamente las decisiones.

Discusión grupal respecto al tema. Comparte tu trabajo y reflexiones con tus compañeros/as del taller y con el tutor. Recuerda recibir de buen grado los comentarios de los demás y los del tutor, que eso te llevará a mejorar esta habilidad.

Observaciones: _____

Anexo 4. Datos de evaluación de instrumentos, evaluación del programa, y aplicación pre y postest

A.- Síntesis de observaciones de jueces en evaluación de planificación del taller antes de su aplicación

Sesión	Observaciones
1	<p>Clarificar si PC es lo mismo que P científico.</p> <p>Comenzar con ideas previas de los estudiantes. Revisar los tiempos de las actividades (muy ajustados)</p> <p>Clarificar más que es P científico</p>
2	<p>Mejorar la relación con la sesión 1, equilibrar los tiempos de actividades sobre fuentes de información y criterios de confiabilidad y validez.</p> <p>Comenzar con ideas previas de los estudiantes, revisar que los ejemplos sean pertinentes a la formación pedagógica.</p> <p>Revisar la explicitación de las fuentes de los ejemplos.</p>
3	<p>Preocuparse de que el trabajo del caso sea también formativo.</p> <p>Cambiar redacción del objetivo “reconocer” por “ buscar”</p> <p>Equilibrar extensión de los textos de los ejemplos</p>
4	<p>Dejar mas tiempo para el cierre, corroborar que los ejemplos sean pertinentes al área de formación.</p> <p>Revisar el ejemplo para que sea más explícito, incluir preguntas que cuestionen las fuentes de información. Cambiar caso de vacuna en el ejemplo para evitar confusión con sesión anterior.</p>
5	<p>Explicar más claramente qué es la inferencia.</p> <p>Hacer más explícito el ejemplo y señalar paso a paso como se logra la inferencia.</p>
6	<p>Revisar los ejercicios para evitar que sean monótonos.</p> <p>Revisar la coherencia de esta sesión con las demás</p> <p>Los ejemplos no son claros para la temática. Se debe señalar la fuente.</p>
7	<p>Modificar los ejemplos para que se enfoquen en el ámbito educacional.</p> <p>Mejorar la cita de la fuente del ejercicio, que sea cita APA</p>
8	<p>Señalar claramente que los materiales son para la actividad de debate.</p> <p>Se sugiere cambiar el debate por un grupo de discusión.</p> <p>Señalar fuente en texto de introducción</p>
9	<p>Señalar claramente las fuentes del texto y de ejercicios</p>

10	<p>Revisar la coherencia de esta sesión con las anteriores. Señalar más claramente los ejercicios.</p> <p>Sugiero trabajar mas en la contratación y falseamiento de las hipótesis.</p> <p>Señalar claramente las fuentes</p>
11	<p>Señalar en punto 2 los procedimientos a usar, y no en punto 3.</p> <p>Reforzaría mas el análisis de hipótesis en tesis de pregrado o en investigaciones</p> <p>Señalar claramente un ejemplo de como debe responder el estudiante, y las fuentes del texto.</p>
12	<p>Sugiero dejar espacio para que los estudiantes den sus opiniones sobre el cierre del taller.</p> <p>Revisar los tiempos de las actividades</p>

B.- Evaluación de estudiantes aplicación piloto

Sesión	Tema	Número de Votos
Sesión 1:	Importancia del uso de las preguntas en indagación	8
Sesión 3:	Tipos y fuentes de información	3
Sesión 5:	Uso de inferencia	13
Sesión 7:	Desarrollo de Hipótesis	2
Sesión 9:	Uso de hipótesis frente a la ambigüedad	7
Sesión 11:	Confiabilidad y validez de hipótesis	4

4.2.- Datos evaluación de instrumentos

Tabla: Datos de Análisis Factorial Exploratorio Escala de Razonamiento Probabilístico

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
	1	2,073	25,906	25,906	2,073	25,906	25,906	1,781	22,263
2	1,469	18,357	44,263	1,469	18,357	44,263	1,496	18,701	40,964
3	1,279	15,983	60,246	1,279	15,983	60,246	1,413	17,659	58,623
4	1,054	13,175	73,421	1,054	13,175	73,421	1,184	14,798	73,421
5	,775	9,691	83,111						
6	,573	7,167	90,278						
7	,549	6,861	97,140						
8	,229	2,860	100,000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

4.3.- Datos de análisis de supuestos de Ancova (residuos y linealidad)

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: indag_post

(1=experimental; 2=control)	Media	Desviación estándar	N
1	11,94	2,491	54
2	7,39	2,949	41
Total	9,98	3,513	95

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: indag_post

F	df1	df2	Sig.
,558	1	93	,457

Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: razon_post

(1=experimental; 2=control)	Media	Desviación estándar	N
1	4,39	1,742	54
2	3,00	2,145	41
Total	3,79	2,036	95

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: razon_post

F	df1	df2	Sig.
2,487	1	93	,118

Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.



Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,646 ^a	,417	,410	2,697

a. Predictores: (Constante), (1=experimental; 2=control)

b. Variable dependiente: indag_post



Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	16,499	,846		19,493	,000		
	(1=experimental; 2=control)	-4,554	,559	-,646	-8,151	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: indag_post

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	7,39	11,94	9,98	2,268	95
Residuo	-5,944	8,610	,000	2,683	95
Valor pronosticado estándar	-1,142	,867	,000	1,000	95
Residuo estándar	-2,204	3,192	,000	,995	95

a. Variable dependiente: indag_post

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Unstandardize Residual es normal con la media -0,00000 y la desviación estándar 3,459.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	177,000 ¹	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Lilliefors corregida



Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,340 ^a	,115	,106	1,926

a. Predictores: (Constante), (1=experimental; 2=control)

b. Variable dependiente: razon_post

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	5,778	,604		9,562	,000		
	(1=experimental; 2=control)	-1,389	,399	-,340	-3,482	,001	1,000	1,000

a. Variable dependiente: razon_post

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	3,00	4,39	3,79	,692	95
Residuo	-3,389	4,000	,000	1,915	95
Valor pronosticado estándar	-1,142	,867	,000	1,000	95
Residuo estándar	-1,760	2,077	,000	,995	95

a. Variable dependiente: razon_post

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Unstandardized Residual es normal con la media 0,00000 y la desviación estándar 1,915.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	3,000 ¹	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Lilliefors corregida

4.4. Datos Ancova variables

Factores inter-sujetos		N
(1=experimental; 2=control)	1	54
	2	41

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: indag_post

(1=experimental; 2=control)	Media	Desviación típica	N
1	11,94	2,491	54
2	7,39	2,949	41
Total	9,98	3,513	95

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: indag_post

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	497,299 ^a	2	248,650	34,521	,000	,429
Intersección	706,443	1	706,443	98,079	,000	,516
indag_pre	13,931	1	13,931	1,934	,168	,021
grupo	461,971	1	461,971	64,138	,000	,411
Error	662,659	92	7,203			
Total	10620,000	95				
Total corregida	1159,958	94				

a. R cuadrado = ,429 (R cuadrado corregida = ,416)

(1=experimental; 2=control)

Estimaciones

Variable dependiente: indag_post

(1=experimental; 2=control)	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	11,910 ^a	,366	11,183	12,637
2	7,435 ^a	,420	6,600	8,270

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: indag_pre = 8,94.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: indag_post

(I)(1=experimental; 2=control)	(J)(1=experimental; 2=control)	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. ^b
1	2	4,475 [*]	,559	,000
2	1	-4,475 [*]	,559	,000

Comparaciones por pares

Variable dependiente: indag_post

(I)(1=experimental; 2=control)	(J)(1=experimental; 2=control)	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia		
		Límite inferior	Límite superior	
1	2		3,365 [*]	5,585
2	1		-5,585 [*]	-3,365

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

Factores inter-sujetos

		N
(1=experimental; 2=control)	1	54
	2	41

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: razon_post

(1=experimental; 2=control)	Media	Desviación típica	N
1	4,39	1,742	54
2	3,00	2,145	41
Total	3,79	2,036	95



Contrastes univariados

Variable dependiente: razon_post

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Contraste	45,169	1	45,169	12,059	,001	,116
Error	344,605	92	3,746			

Cada prueba F contrasta el efecto simple de (1=experimental; 2=control) en cada combinación de niveles del resto de los efectos mostrados.

Medias marginales estimadas

(1=experimental; 2=control)

Estimaciones

Variable dependiente: razon_post

(1=experimental; 2=control)	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	4,391 ^a	,264	3,868	4,915
2	2,997 ^a	,302	2,396	3,598

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: razon_pre = 3,44.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: razon_post

(I)(1=experimental; 2=control)	(J)(1=experimental; 2=control)	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. ^b
1	2	1,394 [*]	,401	,001
2	1	-1,394 [*]	,401	,001

Comparaciones por pares

Variable dependiente: razon_post

(I)(1=experimental; 2=control)	(J)(1=experimental; 2=control)	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
		Límite inferior	Límite superior
1	2	,597 [*]	2,191
2	1	-2,191 [*]	-,597

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

4.5.- Correlaciones

pretest

		indag_pre	razon_pre
indag_pre	Correlación de Pearson	1	,163
	Sig. (bilateral)		,114
	N	95	95

razon_pre	Correlación de Pearson	,163	1
	Sig. (bilateral)	,114	
	N	95	95

Postest

		indag_post	razon_post
indag_post	Correlación de Pearson	1	,382**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	95	95
razon_post	Correlación de Pearson	,382**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	95	95



Anexo 5. Cartas de consentimiento y autorización



**Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Sociales
Programa de Doctorado en Psicología**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado/a estudiante, me encuentro desarrollando el estudio “Impacto de un programa de pensamiento crítico en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico de estudiantes de pedagogía” en estudiantes de pedagogía en ciencias naturales y de pedagogía en matemáticas, el cual pretende fomentar las habilidades de razonamiento científico en la formación universitaria. Esto es relevante para la formación inicial docente debido a que es una de las competencias profesionales que hoy en día permite tener un mayor conocimiento y seguridad en la toma de decisiones del conocimiento que ud. maneja.

Este estudio considera la aplicación de un cuestionario al comienzo y al final del proceso, además de la participación en un taller de 12 sesiones a realizar dos veces por semanas, en horario a convenir con los participantes.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Completar un cuestionario de pensamiento crítico al comienzo del programa
- Participar en 12 sesiones del programa
- Completar un cuestionario de pensamiento crítico al finalizar el programa

La participación será realizada en modalidad de trabajo grupal, pero con actividades individuales y en parejas en el taller. Su participación en todas las sesiones del programa tendrá una constancia de participación.

Los resultados de las evaluaciones serán confidenciales, pudiendo de todos modos el participante, acceder a dichos resultados si lo desea.

Los resultados del programa de intervención serán confidenciales y solo conocidos por los participantes, el tutor del taller, y el equipo de investigación. Si Ud. como participante desea conocer algún aspecto particular de su desempeño en el taller podrá contactarse con el investigador responsable para recibir dicha información. Los requerimientos y dudas sobre el procedimiento o resultados del estudio deben solicitarse a: Carlos Ossa Cornejo, fono:

422463555, email: cossa@ubiobio.cl . El académico guía de tesis es el Dr. Alejandro Díaz Mujica, y si requiere realizar consultas u opiniones sobre el proceso de investigación, su correo es adiazm@udec.cl

Si está dispuesto, de manera libre y voluntaria, a participar en el estudio, por favor ponga su nombre, su firma y la fecha para señalar explícitamente que ha aceptado.

Yo _____ CI, _____ acepto de manera libre y voluntaria, participar en el estudio “Impacto de un programa de pensamiento crítico en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico de estudiantes de pedagogía” a cargo del Mag. Psic. Carlos Ossa C., en el taller que se ha señalado, y estoy consciente de las actividades y requerimientos que se me están solicitando.

Firma: _____ Fecha: _____





**Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Sociales
Programa de Doctorado en Psicología**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado/a estudiante, me encuentro desarrollando el estudio “Impacto de un programa de pensamiento crítico en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico de estudiantes de pedagogía” en estudiantes de pedagogía en ciencias naturales y de pedagogía en matemáticas, el cual pretende fomentar las habilidades de razonamiento científico en la formación universitaria. Esto es relevante para la formación inicial docente debido a que es una de las competencias profesionales que hoy en día permite tener un mayor conocimiento y seguridad en la toma de decisiones del conocimiento que ud. maneja.

Este estudio considera la aplicación de un cuestionario al comienzo y al final del proceso, estos instrumentos son la escala de indagación del test Escala de Pensamiento Crítico, y la escala de pensamiento probabilístico del test de Lawson. Ambos cuestionarios presentan situaciones donde debe analizar información escrita o visual, respondiendo en forma escrita en el primer instrumento, y marcando una alternativa en el segundo, una respuesta a las preguntas que se le realizan.

Estos instrumentos buscan medir la capacidad de buscar información relevante, pertinente y coherente, así como manejar hipótesis de eventos y probabilidad de ocurrencia de eventos.

No buscan determinar su nivel de conocimiento en los temas, sino solamente evaluar estas dos habilidades, la indagación y el pensamiento probabilístico.

Los resultados de las evaluaciones serán confidenciales, pudiendo de todos modos el participante, acceder a dichos resultados si lo desea.

Si Ud. como participante desea conocer algún aspecto particular de su desempeño en la evaluación podrá contactarse con el investigador responsable para recibir dicha información. Los requerimientos y dudas sobre el procedimiento o resultados del estudio deben solicitarse a: Carlos Ossa Cornejo, fono: 422463555, email: cossa@ubiobio.cl. El académico guía de tesis es el Dr. Alejandro Díaz Mujica, y si requiere realizar consultas u opiniones sobre el proceso de investigación, su correo es adiazm@udec.cl

Si está dispuesto, de manera libre y voluntaria, a participar en el estudio, por favor ponga su nombre, su firma y la fecha para señalar explícitamente que ha aceptado.

Yo _____ CI, _____ acepto de manera libre y voluntaria, participar en el estudio “Impacto de un programa de pensamiento crítico en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico de estudiantes de pedagogía” a cargo del Mag. Psic. Carlos Ossa C., respondiendo los cuestionarios solicitados, y estoy consciente de las actividades y requerimientos que se me están solicitando.

Firma: _____ Fecha: _____





Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Sociales
Programa de Doctorado en Psicología

SOLICITUD DE PERMISO DIRECTORES ESCUELAS DE PEDAGOGIA

Sr/a. XXXXXXX
Director/a
Escuela de Pedagogía en...

Estimado/a Director/a de escuela, me encuentro desarrollando un estudio denominado “Impacto de un programa de pensamiento crítico en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico de estudiantes de pedagogía” que busca fomentar las habilidades de pensamiento crítico, en estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y de Pedagogía en Matemáticas. Esto es relevante para la formación inicial docente debido a que es una de las competencias profesionales que hoy en día permite tener un mayor conocimiento y seguridad en la toma de decisiones y en logro del pensamiento científico.

Este estudio considera la aplicación de un cuestionario escrito, individual, a realizarse en algún momento de la clase de alguna asignatura que ud. pueda sugerir, de manera que no interfiera con el curso lectivo normal. El cuestionario tiene una duración de 45 a 50 minutos.

Los resultados del programa de intervención serán confidenciales y solo conocidos por los participantes, el tutor del taller, y el equipo de investigación. Si los participantes desean conocer algún aspecto particular de su desempeño en el taller podrá contactarse con el investigador responsable para recibir dicha información. Del mismo modo, si ud. desea información de los resultados, le será ofrecido un resumen de los datos generales de los instrumentos.

Solicito a ud. su permiso y anuencia al desarrollo de esta actividad con estudiantes de su carrera. Los requerimientos y dudas sobre el procedimiento o resultados del estudio deben solicitarse a: Carlos Ossa Cornejo, fono: 422463555, email: cossa@ubiobio.cl . El académico guía

de tesis es el Dr. Alejandro Díaz Mujica, del Departamento de Psicología, y si requiere realizar consultas u opiniones sobre el proceso de investigación, su correo es adiazm@udec.cl

Atte.

Carlos Ossa C.
Doctor (c) en Psicología





**Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Sociales
Programa de Doctorado en Psicología**

SOLICITUD DE PERMISO DIRECTORES ESCUELAS DE PEDAGOGIA

Sr/a. XXXXXXXX
Director/a
Escuela de Pedagogía en...

Estimado/a Director/a de escuela, me encuentro desarrollando un estudio denominado “Impacto de un programa de pensamiento crítico en las habilidades de indagación y pensamiento probabilístico de estudiantes de pedagogía” que busca fomentar las habilidades de pensamiento crítico, en estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y de Pedagogía en Matemáticas. Esto es relevante para la formación inicial docente debido a que es una de las competencias profesionales que hoy en día permite tener un mayor conocimiento y seguridad en la toma de decisiones.

Este estudio considera la aplicación de un cuestionario al comienzo y al final del proceso, además de la participación en un taller de 12 sesiones a realizar dos veces por semanas, en horario a convenir con los participantes.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Completar un cuestionario de pensamiento crítico al comienzo del programa
- Participar en 12 sesiones del programa
- Completar un cuestionario de pensamiento crítico al finalizar el programa

La participación será realizada en modalidad de trabajo grupal, pero con actividades individuales y en parejas en el taller. Su participación en todas las sesiones del programa tendrá una constancia de participación.

Los resultados de las evaluaciones serán confidenciales, pudiendo de todos modos el participante, acceder a dichos resultados si lo desea.

Solicito a ud. su permiso y anuencia al desarrollo de esta actividad con estudiantes de su carrera, al mismo tiempo, le solicito colaboración en la gestión de la motivación hacia los

estudiantes para la participación en el taller, considerando la importancia del estudio para la formación profesional de los estudiantes de vuestra carrera.

Los resultados del programa de intervención serán confidenciales y solo conocidos por los participantes, el tutor del taller, y el equipo de investigación. Si los participantes desean conocer algún aspecto particular de su desempeño en el taller podrá contactarse con el investigador responsable para recibir dicha información. Del mismo modo, si ud. Desea información de los resultados, le serán ofrecido un resumen de los datos generales de los instrumentos, y de los resultados del programa de intervención, una vez finalizado el proyecto.

Los requerimientos y dudas sobre el procedimiento o resultados del estudio deben solicitarse a: Carlos Ossa Cornejo, fono: 422463555, email: cossa@ubiobio.cl . El académico guía de tesis es el Dr. Alejandro Díaz Mujica, y si requiere realizar consultas u opiniones sobre el proceso de investigación, su correo es adiazm@udec.cl

Atte.

