

**Relación entre habilidades de indagación, razonamiento probabilístico y sesgo de representatividad en estudiantes de pedagogía**  
**Relationship between inquiry skills, probabilistic reasoning and representation bias in pedagogy students**

Carlos Ossa\*

Alejandro Díaz\*\*

Daniela Bruna\*\*\*

Fabián Cifuentes\*\*

Recibido: 18/12/2015

Aceptado: 21/01/2017

**Resumen**

Se realiza un estudio que analiza la relación entre habilidades de indagación, razonamiento probabilístico y sesgo de representatividad en estudiantes de pedagogía, debido a la escases de estudios en el tema, e importancia para la formación en ciencias. La metodología consideró un diseño descriptivo correlacional, incluyó 95 estudiantes de pedagogía en ciencias naturales y pedagogía en matemáticas, de dos universidades del Sur de Chile. Los instrumentos fueron tres cuestionarios de desempeño, uno de respuesta abierta y dos de respuesta cerrada; los datos se analizaron mediante frecuencias y correlación de Pearson. Los resultados señalan un desempeño cerca de la media en indagación y razonamiento probabilístico, y alta presencia de sesgos; existe una correlación significativa entre indagación y razonamiento, pero no entre estas habilidades y los sesgos. Se concluye la necesidad de fortalecer el trabajo explícito en razonamiento, así como en manejo de sesgos para favorecer la formación de docentes en ciencias.

**Palabras Clave:** Cognición, sesgo de representatividad, indagación, formación, docente, ciencias

---

\*Académico de la Universidad del Bio Bio. Correo Electrónico: [cosso@ubb.cl](mailto:cosso@ubb.cl)

\*\*Universidad de Concepción. Correo Electrónico: [adiazm@udec.cl](mailto:adiazm@udec.cl); [fabicifuentes@udec.cl](mailto:fabicifuentes@udec.cl)

\*\*\*Universidad del Desarrollo. Correo Electrónico: [dbrunaj@udd.cl](mailto:dbrunaj@udd.cl)

## **Abstract**

A study is carried out to analyze the relationship between inquiry skills, probabilistic reasoning and representativeness bias in pedagogy students, it's relevant due to the lack of studies on this matter and its importance for science education. The methodology considered a descriptive and correlational design, including 95 students of pedagogy in sciences and pedagogy in mathematics, from two universities in Southern Chile. The instruments were three questionnaires based on performance, one of it consist of open response and another two, consist of closed responses; data were analyzed using frequencies and Pearson correlation. The results indicate a near-average performance in probabilistic inquiry and reasoning, and a high presence of bias; there is a significant correlation between inquiry and reasoning, but not between these skills and bias. It is concluded the need to strengthen explicit work in reasoning as well as in bias management in order to improve science teacher training.

**Key Word:** Cognition, representativeness bias, inquiry, teacher training, science

## **1. Introducción**

Los profesionales de la educación debieran 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 profesionalismo, el desarrollo de políticas que permitan su promoción y su empleo en el currículum (Avalos, 2007; Stapleton, 2011). Estos serviría para mejorar la calidad de los aprendizajes, y por tanto, el desempeño de los estudiantes, con el objetivo de desarrollar su autonomía y autoeficiencia (Ku & Ho, 2010; Olivares, Saiz & Rivas, 2013; Tung & Chang, 2009).

Lo anterior se vería reflejado aún más fuertemente en el desempeño de los docentes del ámbito de las ciencia, 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 mucho trabajo a realizar para el desarrollo de competencias científicas en la formación de docentes, y en ello el pensamiento crítico sería altamente relevante (Ding, 2014).

Se debe lograr en estos futuros profesionales, un conjunto de habilidades que les permitan adaptación al cambio, el desarrollo del razonamiento crítico, la comprensión y la solución de situaciones complejas, pensamiento creativo e innovador; todo ello 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). Estas habilidades de pensamiento deben formar parte de la base formativa de los docentes, ya que otorgan herramientas de fortalecimiento de la profesión como la reflexión sobre la acción, que son fundamentales para esta área (Liruso & Requena, 2010; Solar & Díaz, 2007; Díaz, Martínez, Roa & Sanhueza, 2010).

En relación con estos procesos se ha logrado identificar algunos que no colaboran en esta toma eficiente de decisiones, pues generan distorsiones en el manejo de información o razonamientos simplificados; estos son llamados sesgos, y están relacionados con la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre; en forma específica, el sesgo de representatividad se relaciona con la probabilidad de que un hecho ocurra, teniendo como base el contexto de origen (Rodríguez, 2012). Se define además como “un juicio sobre la correspondencia entre una muestra y una población, una instancia y una categoría, o más generalmente, entre un resultado y un modelo” (Silva & Silva, 2004, p.39).

Existe relación entre el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y el reconocimiento y mejoramiento de sesgos cognitivos (Ferrándiz, Bermejo, Sainz, Ferrando & Prieto, 2008; Gelder, 2005; Nieto, 2002), aunque esta relación es moderada (Sá, West & Stanovich, 1999; West, Toplak & Stanovich, 2008). A pesar de esto, se ha considerado relevante analizar e intervenir en el desarrollo de sesgos pues estos son elementos básicos del pensamiento simplista y del prejuicio, situación que el pensamiento crítico debiera modificar (Silva & Silva, 2004) para lograr un mejor proceso de formación profesional (Croskerry, 2003).

La práctica reflexiva y crítica debe ser en un pilar central en la formación de docentes puesto que las teorías, las prescripciones externas y las experiencias de sí mismo como de otros docentes, pueden articularse con la experiencia del docente y, a su vez, generar valor y sentido a su trabajo y a la percepción de sus roles, ya que permitirían por un lado comprender cómo aprenden los nuevos docentes a partir de sus experiencias en aula, y cómo transforman sus prácticas pedagógicas los docentes experimentados. Sin embargo, hasta el momento, los programas de formación docente no abordan apropiadamente estas dimensiones, continuándose con una perspectiva de transmisión de conocimiento y la prescripción de estrategias altamente directivas (Solar & Díaz, 2007).

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Razonamiento científico**

El razonamiento científico es una habilidad central para la formación de estudiantes de áreas como las ciencias, la tecnología, las matemáticas y las ingenierías, por lo que se debe entregar una mejor formación para posibilitar el aprendizaje efectivo a los estudiantes, de manera que puedan aplicar efectivamente su conocimiento a los problemas de la realidad (Bao et al., 2009). Para ello es fundamental que se puedan desarrollar esquemas de pensamiento abstracto de modo que se logre una transferencia del conocimiento desde las aulas a la realidad (Rodríguez, Mena & Rubio, 2010).

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 et al., 2013). Así mismo, 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. (Bao et al., 2009).

Las bases curriculares del Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC) señala que el desarrollo del conocimiento científico es un proceso que debe desarrollar en el estudiante las habilidades de investigar, predecir, modelar, experimentar, explicar, probar, entre otras, y que son fundamentales para lograr la alfabetización científica (Mineduc, 2015).

De todas las habilidades que implica el razonar científicamente, 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).

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 de 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).

Además de esto, se trabaja en el área de ciencias naturales, desde hace varios años con el método ECBI (Enseñanza de las Ciencias Basado en Indagación), programa 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); 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.

Por otra parte, el razonamiento probabilístico 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 (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 as 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).

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).

A raíz de los complejos fenómenos socioculturales, los profesionales de la educación debieran desarrollar procesos de aprendizaje que promuevan un tipo de pensamiento profundo y analítico, dentro de los que se encuentra el pensamiento científico y crítico (Gutiérrez et al., 2013). Lo anterior permitiría fomentar un alto nivel de profesionalismo, así como una posición definida frente al desarrollo de políticas que permitan la promoción y empleo de estas habilidades de pensamiento en el currículum (Avalos, 2007; OECD, 2005; Stapleton, 2011). También es necesario para mejorar la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje, y por tanto, el desempeño que pueden lograr los estudiantes frente al objetivo de desarrollar autonomía y autoeficiencia (Ku & Ho, 2010; Olivares et al., 2013; Tung & Chang, 2009).

El razonamiento científico, como proceso cognitivo, tiene entonces un base fundamental de pensamiento crítico, pues filtra información del medio, en relación con la confiabilidad de la misma o con posiciones ideológicas que la sustenten, mediante el continuo cuestionamiento de las prácticas de producción de conocimiento, así como con el reconocimiento de sus diferentes perspectivas (Montero, 2010; Tung & Chang, 2009; Yang & Chung, 2009). Miranda (2003) señala que en el pensamiento crítico, se destacan habilidades como las de indagación que incluyen estrategias de búsqueda sistemática de información; la habilidad de análisis, que implica evaluar y sacar conclusiones en busca de solucionar situaciones. Finalmente destaca la habilidad comunicativa muy relacionada a las anteriores, pero referida específicamente a la capacidad para realizar acciones y socializarlas.

El logro de un proceso formativo que permita el desarrollo de habilidades de razonamiento científico y crítico en la formación universitaria, es una preocupación actual del sistema educativo, lo que 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 (Hawes, 2003; Universidad de Concepción, 2012); sin embargo, 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 & Schaffernicht, 2013).

Consistentemente con lo anterior, se ha encontrado en la revisión de las bases de datos de publicaciones científicas y académicas, un escaso número de programas de pensamiento crítico en la formación universitaria de profesores de ciencias y de matemáticas en Chile, que permitan promover habilidades cognitivas y de razonamiento científico en estudiantes de pedagogía en ciencias, lo que plantea un desconocimiento respecto al impacto y utilidad que dicha competencia podría tener en el mejoramiento del razonamiento científico en estudiantes de estas carreras (Hawes, 2003; Miranda, 2003).

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, pero en cuanto al desarrollo de sus componentes, los resultados se han mostrado dispares, ya que en algunos estudios se generan diferencias significativas en los componentes de razonamiento y decisión (Olivares et al., 2013; Yang, 2012), mientras que en otras no (Tung & Chang, 2009).

Se le ha probado en cursos o talleres específicos, tanto como en estrategias curriculares formales, aun cuando esta última opción, su trabajo es menos claro. Además, se han utilizado diferentes actividades de corte más instruccional (discusiones, lecturas guiadas) o interactivas (ABP, mayéutica socrática). Las actividades más efectivas utilizadas en los estudios, serían las de discusión grupal y debates (Saiz & Rivas, 2011; Olivares et al., 2013; Yang, 2012; Yang & Chung, 2009) e instrucciones explícitas guiadas (Bensley & Spero, 2009; Heijltjes, Van Gog & Paas, 2014).

Se plantea que el uso de estrategias no directivas o también llamadas implícitas, como el debate y el ABP, tendrían una adecuada influencia en el pensamiento crítico como habilidad general, sin embargo, no tendrían la misma efectividad en el desarrollo de sus componentes. Por otro lado, las estrategias de instrucción directa presentarían una adecuada influencia en la habilidad en general, tanto como en sus componentes (Bensley & Spero, 2009; Marin & Halpern, 2011). El desarrollo de las habilidades científicas debería realizarse de manera explícita, de modo que se lograra generar clara conciencia tanto del conocimiento adquirido, como de sus procesos de construcción (Altuve, 2010).



Respecto al trabajo de promoción de pensamiento crítico en estudiantes de pedagogía, se puede señalar que los futuros docentes, requieren de habilidades cognitivas para analizar reflexivamente tanto la información que está manejando como contenido, como aquella que le provee el contexto del aula, de manera de tomar decisiones y enfrentar dificultades de un modo eficiente. La investigación sobre los procesos de pensamiento del profesorado se enmarca en la comprensión de la enseñanza como un proceso de desarrollo profesional que precisa de modelos de planificación y toma de decisiones, donde la reflexión del profesor es un pilar básico de la mejora de esa enseñanza (Díaz-Barriga, 2001; Miranda, 2003; Guzmán y Sánchez, 2006; Ramos & Hoster, 2010).

## **2.2. Sesgos de representación**

Las estrategias heurísticas son elecciones que ayudan a la solución de un problema, sin embargo, no se realiza de manera justificada, ya que “son juicios intuitivos, que se basan en el conocimiento parcial, en la experiencia o en suposiciones que a veces son correctas y a veces son erradas, no existe una seguridad absoluta y lógica sobre las mismas” (Cortada, 2008, p. 69).

En muchos de estos procesos cognitivos que forman parte de la toma de decisiones, se producen sesgos y errores cognitivos, los cuales son desviaciones en el proceso perceptivo del momento o la situación. Éstos pueden llevar a una distorsión o a un juicio inexacto, basados en la información disponible, los cuales también son llamadas distorsiones cognitivas o errores del pensamiento. De esta manera, muchas veces provocan decisiones equivocadas o sentimientos ambiguos, por creer algo que no es, lo cual reduce todo lo mencionado a un problema de decisión, pues la persona está ante un conjunto de alternativas.

Según la descripción de Nieto (2002), las personas se encuentran frente a variadas alternativas en la toma de decisiones, conduciendo consigo a consecuencias negativas tanto como positivas. Asimismo, traen consigo ventajas o desventajas que se dan como resultado de la decisión, los cuales conllevan a juicios de valor que pueden acarrear estas decisiones.

El sesgo de representatividad “es un juicio sobre la correspondencia entre una muestra y una población, una instancia y una categoría, o más generalmente, entre un resultado y un modelo” (Silva & Silva, 2004, p.39). Por ello, el sesgo de representatividad puede investigarse empíricamente con las personas, conociendo cuáles son sus juicios representativos frente alguna situación y/o problemática (Silva & Silva, 2004). Además, es entendido como la similaridad de una descripción con los estereotipos, ignorando las tasas base y las dudas sobre la veracidad de la

descripción. Es así como se juzga la probabilidad de que algo ocurra, con base en cuanto representa, o se parece a nuestras creencias previas, ignorando otra información útil respecto a la situación o al problema.

Muñoz (2011), señala que los sesgos de representatividad se ven reflejadas en algunas ocasiones por parte del “tribunal o los miembros del jurado, de la veracidad del testimonio de los litigantes y testigos” (p.4). El autor da como ejemplo, algunos estudios empíricos efectuados, manifestando que:

Cuando los sujetos hacen juicios categóricos, por ejemplo, ponderar la probabilidad de que un acusado sea culpable, concluyen que la evidencia concreta analizada, que podría darse por el comportamiento durante el juicio del acusado, es representativa de la categoría ya sea la inocencia o culpa del acusado (Muñoz, 2011, p. 4).

Rodríguez (2012), señala por su parte que el sesgo de representatividad “tienden a ser no regresivos” (p.88), es por ello que, frente a un juicio basado en la representatividad, se puede llegar a juzgar el error de una acción realizada por un sujeto, como algo representativo de él. Por ejemplo, que una persona no llegue a su puesto de trabajo un día laboral, puede tomarse como un acto representativo de esta, provocando con ello que la siguiente inasistencia del empleado sea percibida por su entorno como una conducta frecuente y representativa del sujeto.

En síntesis, en este artículo se plantea que existe poco conocimiento acerca de los niveles de habilidades de indagación y razonamiento probabilístico en estudiantes de pedagogía en ciencias naturales y pedagogía en matemáticas, así como de la relación de los sesgos cognitivos con dichas habilidades; por ello el objetivo principal es identificar el nivel de habilidades de indagación y razonamiento probabilístico, así como el de sesgos cognitivo de representación, en la muestra de estudiantes de pedagogía. En segundo lugar, se busca correlacionar las tres variables en estudio.

### **3. Metodología**

#### **3.1. Diseño**

El estudio tiene un diseño descriptivo y correlacional, para lograr coherencia con los objetivos propuestos.

#### **3.2. Participantes**

Se consideró un muestreo de tipo intencionado; los participantes fueron 95 estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales (67%) y Pedagogía en Matemáticas (33%), de segundo año de formación, de dos universidades tradicionales del sur de Chile. Esta distribución se realizó en base a la disponibilidad de casos en las carreras al momento de aplicar el instrumento.

Además, el 69% de los participantes (66) fueron mujeres, y el 31% (29) hombres, presentando un rango de edad entre 18 y 32 años ( $M=21$ ;  $DS=2,81$ ).

#### **3.3. Instrumentos**

Los instrumentos utilizados fueron tres:

##### **3.3.1. 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. 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).

### 3.3.2. 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; ha sido adaptado y validado en estudiantes universitarios chilenos, logrando un confiabilidad total de 0,88 según alfa de Cronbach (Espinoza y Sánchez, 2014).

La escala utilizada en este estudio es la de pensamiento probabilístico, que 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, Guzmán & Sosa, 2010).

### 3.3.3. Tarea de sesgo de representación:

Para evaluar el nivel de sesgo de representación, se utilizaron dos tareas de desempeño, llamadas Tareas Cognitivas, adaptadas por Páez, Villarreal, Echeverría & Valencia (1987) a partir de los estudios del trabajo de Kahneman, Slovic & Tversky (1982); la tarea 1 consistió en estimar la probabilidad de que una persona sea bibliotecario, médico o piloto de avión respectivamente, el participante debe realizar una elección dentro de un rango de 0 a 100, que representa una probabilidad de su profesión.

Se entrega una información mínima y algo ambigua; además se debe tener en cuenta, una serie de características de personalidad. La tarea 2 consistió en seleccionar la probabilidad que otra persona pertenezca a una determinada profesión, teniendo en cuenta características de personalidad definidas. El participante debe elegir entre un rango de 0 a 100, la probabilidad de que esta persona del caso sea Ingeniero, señalando una información base. En ambas tareas la información base se ve interferida por las características de personalidad del caso, debiendo el participante, lograr evitar dicha interferencia. El nivel de confiabilidad de las tareas es bajo lo esperado, encontrándose por debajo del nivel convencional (alfa de .619), pero para dos ítems y en sesgos cognitivos se considera razonable.

### **3.4. Procedimientos**

En primer lugar, se gestionó la participación formal de las carreras de pedagogía con los directores de escuela de ambas instituciones. Se aplicaron los instrumentos en horas de clases, con previa autorización del docente a cargo de la asignatura y del jefe de carrera. Se leyó y explicó el consentimiento informado escrito, señalando que era un proceso de participación voluntaria, posterior a ello se aplicaron los instrumentos a quienes señalaron explícitamente participar. 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. Se aplicaron estadísticos descriptivos (frecuencias, media y desviación estándar), además de diferencia de medias (T de Student), así como análisis de homogeneidad de muestras mediante test no paramétrico Kolmogorov-Smirnov, y finalmente, para analizar las relaciones entre variables, el estadístico de correlación de Pearson, pues son datos intervalares.

### **4. Resultados**

Se muestran en primer lugar los resultados descriptivos de las variables estudiadas, como se observa en la tabla 1, en función del tipo de carrera, se observa un promedio en la habilidad de indagación de 9,81 en ciencias y de 10,32 en matemáticas, lo que se sitúa en la media aritmética de la misma (total de escala 20 pts.); mientras que la habilidad de Razonamiento probabilístico presenta una media de 3.78 para ciencias y 3.81 para matemáticas, lo que se encuentra cerca de la media aritmética pero algo descendido (total escala 8 pts.).

Por otra parte, la tarea de sesgo 1 presenta una media de 29.16 para ciencias, y de 25.77 para matemáticas, lo que se encuentra alto considerando que la respuesta debe estar entre los valores 0 y 2; en la tarea sesgo 2, la media es de 14.20 para ciencias y de 17.03 para matemáticas, lo que está por debajo de la respuesta esperada (valor de 30), lo que se debe considerar un resultado conservador.

Tabla 1

*Resultados descriptivos por carrera*

<b>Variables</b>	<b>(1=ciencias; 2=matemáticas)</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Indagación	1	64	9,81	3,394
	2	31	10,32	3,781
Razonamiento probabilístico	1	64	3,78	2,058
	2	31	3,81	2,024
Sesgo 1	1	64	29,16	34,62
	2	31	25,77	32,07
Sesgo 2	1	64	14,20	22,12
	2	31	17,03	22,55

Esto plantea que las habilidades de indagación y razonamiento probabilístico se encontrarían solo medianamente desarrolladas en el grupo de estudiantes del estudio, en tanto se espera que los resultados se encuentren cerca del puntaje total de cada uno de esos instrumentos. Mientras tanto en relación con los sesgos, la tarea de sesgo 1 se muestra asimismo poco adecuada, puesto que se espera que el puntaje sea 0, encontrándose sobreestimación en los estudiantes de ambas carreras; mientras que en la tarea de sesgo 2, se presenta por el contrario una subestimación de la tarea, ya que los valores están bajo el resultado esperado (30 puntos).

En forma complementaria, se buscó establecer la presencia de diferencias significativas entre las variables según la carrera. En primer lugar, se determinó el supuesto de normalidad de las muestras, el cual se cumple en la muestra para todas las variables, como se observa en la tabla 2.

Tabla 2

*Datos de normalidad de muestra*

Variable	Carrera		Sexo	
	K-S	p	K-S	P
Indagación	,689	,730	,389	,998
Razonamiento probabilístico	,200	1,000	,272	1,000
Sesgo 1	,806	,534	1,234	,095
Sesgo 2	,841	,479	,408	,996

Se observa en los resultados que no existen diferencias significativas en ninguna de las variables medidas,  $t_{ind}(2,93) = -.662$ ,  $p = .51$ ;  $t_{raz}(2,93) = -.056$ ;  $p = .955$ ;  $t_{ses1}(2,93) = .457$ ,  $p = .649$ ;  $t_{ses2}(2,93) = -.581$ ,  $p = .563$ . Esto implicaría que las habilidades de indagación y razonamiento probabilístico se encuentran desarrolladas en un nivel similar entre los estudiantes que participan del estudio. Lo mismo ocurriría con las tareas de sesgo de representatividad.

Finalmente, a nivel de correlaciones, se observa en la tabla 3, la existencia de una correlación significativa y moderada entre las variables de Indagación y Razonamiento probabilístico, lo cual da señales de la vinculación que tienen estas habilidades cognitivas y la importancia de trabajarlas en conjunto para la enseñanza de las ciencias. Respecto a la relación entre las habilidades de razonamiento y los sesgos, se observa que no existe una relación significativa entre indagación y ambas tareas del sesgo de representatividad; tampoco entre razonamiento probabilístico y las tareas de sesgos. Sin embargo, se puede observar una relación inversa entre indagación y razonamiento probabilístico con la tarea de sesgo 2, que implica mayor estructura y una línea base más clara.

Tabla 3

*Valores de correlación entre las variables*

		<b>Indagación</b>	<b>Razonamiento probabilístico</b>	<b>Sesgo 1</b>	<b>Sesgo 2</b>
<b>Indagación</b>	Pearson Correlation	1	,382**	,070	-,178
	Sig. (2-tailed)		,000	,498	,085
<b>Razonamiento probabilístico</b>	Pearson Correlation	,382**	1	-,017	-,108
	Sig. (2-tailed)	,000		,869	,296
<b>Sesgo 1</b>	Pearson Correlation	,070	-,017	1	-,062
	Sig. (2-tailed)	,498	,869		,552
<b>Sesgo 2</b>	Pearson Correlation	-,178	-,108	-,062	1
	Sig. (2-tailed)	,085	,296	,552	

Estos datos refuerzan la idea de que los estudiantes del estudio logran generar una relación entre las variables indagación (saber buscar y analizar información), y razonamiento probabilístico (razonar su probabilidad de ocurrencia). Sin embargo, estas habilidades de razonamiento científico, no estarían relacionadas con el sesgo cognitivo de representatividad, aunque este se basa en la búsqueda y razonamiento de información.

## 5. Conclusiones

El desarrollo de habilidades de razonamiento científico y crítico ha sido un ámbito poco trabajado en la formación de pedagogos (Hawes, 2003), a pesar de contar con variadas experiencias en otras áreas disciplinarias el área salud, ingeniería y psicología (Bao et al., 2009; Olivares & 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 & Vilches, 2014; González et al., 2009; Saiz & Rivas, 2011).

Los datos recolectados en este estudio permiten señalar que en los estudiantes de pedagogía en ciencias y de pedagogía en matemáticas participantes del estudio, las habilidades de razonamiento se presentan de manera media, lo cual es adecuado en términos de distribución, pero bajo en



términos de considerar que son habilidades que deben demostrar en el ejercicio profesional. Un elemento de interés es que no existen grandes diferencias en el nivel alcanzado en las habilidades de indagación y razonamiento probabilístico entre las carreras de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas; ya que se esperaría que cada carrera demostrase un mayor dominio en una habilidad específica, ya que son parte de sus metodologías y/o temas de estudio (indagación en el área de ciencias, y razonamiento probabilístico en matemáticas).

Esto se ve reforzado por la ausencia de diferencias significativas entre los estudiantes de ambas carreras, tanto en indagación como en razonamiento probabilístico. Lo que señalaría que al menos hasta el segundo año de formación, no habrían estrategias en las instituciones que promuevan explícitamente esas habilidades que se espera desarrollen las carreras como parte de su perfil profesional. Esto es relevante en términos que, si se espera a los últimos años de formación para trabajar esas habilidades, se estaría perdiendo un tiempo valioso en la preparación profesional, puesto que las habilidades se fortalecen en la medida que se promueva su uso con mayor tiempo. Por otro lado, si no se están trabajando explícitamente, sería una situación bastante peor para la formación de docentes de ciencias y matemáticas, pero que podría ser la explicación de los bajos resultados encontrados en las pruebas internacionales (OECD, 2005).

Es importante señalar además que no se encontró una relación directa entre las habilidades de razonamiento y el sesgo de representación, confirmando lo encontrado en otros estudios respecto a una relación moderada entre ambos procesos (West et al., 2008), lo que podría indicar que la naturaleza de los sesgos no es meramente cognitiva, sino que además habrían otros componentes, posiblemente emocionales y actitudinales, incidiendo en su desarrollo, y aunque estarían vinculados a lo cognitivo, no estarían determinados por ello, debiendo lograrse un abordaje más integral para el manejo de los sesgos.

El reconocimiento de sesgos en general, y el de representatividad en específico, es una tarea que deviene de un adecuado desarrollo del pensamiento crítico y científico, puesto que estos atajos cognitivos, y que podrían llevar a cometer errores en la predicción y explicación de hechos, son susceptibles de moderarse a través del análisis argumentativo que posee en pensamiento crítico (Nieto, 2002). Esto indicaría entonces que los estudiantes de pedagogía participantes del estudio, no tendrían desarrollado en forma adecuada, ni las habilidades de pensamiento crítico ni su

capacidad de reconocer el sesgo de representatividad lo que incidiría negativamente en la labor docente, puesto que los sesgos no permiten tomar decisiones en forma adecuada.

Finalmente es necesario señalar algunas limitaciones del estudio, las que se relacionan con el diseño descriptivo utilizado y la focalización de la muestra en sólo dos instituciones y en dos cursos de las carreras de pedagogía en ciencias y pedagogía en matemáticas; se plantea la necesidad de generar estudios que permitan ampliar la muestra para respaldar o refutar los datos encontrados, y especialmente, lo señalado respecto a la diferencia entre hombres y mujeres en el sesgo de representación.

La formación de futuros docentes en ciencias y en matemáticas debería incorporar mayores espacios de preparación en estas habilidades, por un lado, y en la identificación y manejo de los sesgos que podrían influir en el razonamiento, debido a que ello mejoraría la efectividad del manejo de información y de la toma de decisiones, siendo el pensamiento crítico un gran aliado en ello, por lo que se ve necesaria su incorporación como competencia en la formación inicial docente.

## 5. Referencias bibliográficas

- Barraza, A. (2007). La formación docente bajo una conceptualización comprehensiva y un enfoque por competencias. *Estudios Pedagógicos*, 33(2), 131-153.
- Boud, D., & Feletti, G. (1997). *The challenge of problem-based learning* (2 ed.). London: Kogan Page.
- Ellis, R. (2003). *Task-based language learning and teaching*. Oxford: Oxford University Press.
- Ellis, R. (2003). *The Study of Second Language Acquisition*. Oxford: Oxford University Press.
- Gass, S., & Mackey, A. (2015). Input, interaction and output in second language acquisition. In B. VanPatten, & J. Williams (Eds.), *Theories in Second Language Acquisition* (2 ed., pp. 180-206). New York: Routledge.
- Holton, E. (1996). The flawed four-level evaluation model. *Human Resource Evaluation Quarterly*, 7(1), 5-21. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hrdq.3920070103/epdf>

- Jonnaert, P., Barrette, J., Masciotra, D., & Yaya, M. (2008). La competencia como organizadora de los programas de formación: hacia un desempeño competente. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 1-32. Recuperado de <https://www.ugr.es/~recfpro/rev123ART3.pdf>
- Kohn, A. (2006). The Trouble with Rubrics. *English Journal*, 95(4). Recuperado de <http://www.alfiekohn.org/article/trouble-rubrics/>
- Krashen, S. (1987). *Principles and Practice in Second Language Acquisition*. New York: Prentice-Hall International.
- Kumaravadivelu, B. (2001). Toward a Postmethod Pedagogy. *TESOL Quarterly*, 35(4), 537-560.
- Mertens, L. (1996). *Competencia laboral: sistemas, surgimientos y modelos*. Montevideo: Cinterfor/OIT. Recuperado de [http://www.oitcinterfor.org/livedrupal/sites/default/files/file\\_publicacion/mertens.pdf](http://www.oitcinterfor.org/livedrupal/sites/default/files/file_publicacion/mertens.pdf)
- Monereo, C. (2007). Hacia un nuevo paradigma del aprendizaje estratégico: el papel de la mediación social. *Education & Psychology*, 13(5), 497-534.
- Mulder, M., Wigel, T., & Collings, K. (2008). El concepto de competencia en el desarrollo de la educación y formación profesional en algunos Estados miembros de la UE: un análisis crítico. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 1-23. Recuperado de <https://www.ugr.es/~recfpro/rev123ART6.pdf>
- Oliveira, A., Silva, M., Silva, I., & Caetano, A. (2015). Factores que afetam a transferência da aprendizagem para o local de trabalho. *Revista de Administração de Empresas*, 55(2), 188-201. Recuperado de [http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/fatores\\_que\\_afetam\\_a\\_transferencia\\_da\\_aprendizagem\\_para\\_o\\_local\\_de\\_trabalho\\_0.pdf](http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/fatores_que_afetam_a_transferencia_da_aprendizagem_para_o_local_de_trabalho_0.pdf)
- Pavié, A. (2011). Formación docente: hacia una definición del concepto de competencia profesional docente. *REIFOP*, 14(1), 67-80. Recuperado de [http://www.aufop.com/aufop/uploaded\\_files/articulos/1301587967.pdf](http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1301587967.pdf)
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Recuperado de <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Philippe-Perrenoud-Diez-nuevas-competencias-para-ensenar.pdf>
- Pianemann, M. (1998). *Language Processing and Second Language Development*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Richards, J. (2012). The Role of Textbooks in a Language Program. Recuperado de <http://www.professorjackrichards.com/wp-content/uploads/role-of-textbooks.pdf>

- Richards, J., & Rodgers, T. (2001). *Approaches and Methods in Language Teaching*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Skubic, C., Zivkovic, N., & Spasenovic, V. (2015). Theory, practice and competences in the study of pedagogy - views of Ljubljana and Belgrade university teachers. *CEPS Journal*, 5(2), 35-55. Recuperado de [http://www.pedocs.de/volltexte/2015/10993/pdf/cepsj\\_2015\\_2\\_SkubicErmenc\\_et\\_al\\_Theory\\_practice\\_and\\_competences.pdf](http://www.pedocs.de/volltexte/2015/10993/pdf/cepsj_2015_2_SkubicErmenc_et_al_Theory_practice_and_competences.pdf)
- Swain, M. (2000). The Output Hypothesis and beyond: Mediating acquisition through collaborative dialogue. In J. P. Lantolf (Ed.), *Sociocultural Theory and Second Language Learning* (pp. 97-114). Oxford: Oxford University Press.
- Tovar, J., & Cárdenas, N. (2012). La importancia de la formación estratégica en la formación por competencias: evaluación de las estrategias de acción para la solución de problemas. *REDIE*, 14(1), 122-135. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15523175008>