The development of scientific thinking through John Dewey's method of reflective understanding of knowledge

Edward Faustino Loayza Maturrano Universidad Nacional Agraria La Molina

An unresolved problem in the formation of investigative competence is how to develop scientific thinking in the future researcher, since procedures, strategies and methods are required to guide the process of knowledge generation. Thus, the purpose of this theoretical article is to conceive a way to develop scientific thinking through John Dewey's method of reflective understanding of knowledge. The interpretative-propositive theoretical study is complemented with a survey applied to university students, who manifest the effectiveness of the Dewey method in the formation of scientific thought. In the results and discussion, the five phases of Dewey's reflective thinking are explained: Problem recognition, establishment of provisional hypotheses, investigation of the current situation of the problem, hypothesis revision and hypothesis testing. Likewise, the understanding stage, the prediction stage and the analysis stage are analyzed to develop ideas. It is concluded that if students are systematically educated in the phases and stages of Dewey's reflective understanding of knowledge, they will be able to effectively develop scientific thinking.

Introducción

La sociedad de hoy es compleja y diversa a causa de los vertiginosos cambios tecnológicos y aplicacionescientíficas que han ido solucionando cada vez las nuevas necesidades y exigencias del mundo postmoderno actual (Gelman, 2018; Loayza, 2022). Un derrotero que este escenario impone en el ámbito de la formación científica denuevos investigadores es cómo educar el pensamiento científico entre tanta novedad de información (verdadera yfalsa) y tanto conocimiento (común y científico) (Gouvea et al., 2022). De allí que sea importante revitalizar lamáxima de René Descartes cogito ergo sum (pienso, luego existo), aunque con un pensar que discrimine lopositivo, lo verdadero y valido de lo irrelevante: Un pensamiento reflexivo que le permita al novel investigador una observación eficaz, una agudeza intuitiva para reconocer problemas de investigación y que lo oriente hacia el descubrimiento científico (Gelman, 2018; Loayza-Maturrano, 2021; Suparman et al., 2022).

De este modo, es el pensamiento científico lo que conduce a la praxis investigativa eficiente. Se entiende así que lapráctica de la reflexión crítica sustenta al pensamiento crítico (Mezirow, 1990). En ello radica el valor delpensamiento reflexivo lo cual es muy importante para la generación de hipótesis y para la argumentación (Gouveaet al., 2022). No obstante, generalmente se asume que la práctica reflexiva al igual que el pensamiento creativo noes deliberada ni aprendida, más aún si el pensamiento reflexivo a menudo se aprende de manera superficial puesno se encuentra integrada en los currículos académicos (Ryan & Ryan, 2012).

De otra parte, si bien el pensamiento científico ha posibilitado en todos los tiempos los grandes descubrimientos, y conello ha ido cambiando la vida de las personas; es gracias a esas nuevas formas como cada vez se entiende, se interactúay se existe en el mundo. Así, el pensamiento científico se puede definir de dos maneras: una cuando se piensa encontenidos de temas vinculados a la ciencia, por ejemplo, cuando se trata de experimentar los efectos de un nuevo tipode alimentación de faisanes con el propósito de que el plumaje tenga un mayor brillo (Klahr et al.,

2019; McBain et al., 2020). La segunda manera de pensamiento científico incluye procesos cognitivos y estrategias derazonamiento, como el razonamiento inductivo, deductivo y abductivo, la resolución de problemas, y la elaboración yprueba de hipótesis (Dunbar & Klahr, 2012; Zimmerman & Croker, 2014; Chamizo, 2017).

Por ello, es necesario conceptualizar al pensamiento científico como una búsqueda dentro y entre dosplanos del problema: el ámbito de la hipótesis y el ámbito experimental (Dunbar & Klahr, 2012;Zimmerman & Croker, 2014). Cada ámbito se distingue por su propio conjunto de procedimientos yrepresentaciones. En el plano de la hipótesis, los investigadores para formularlas emplean conocimientosprevios de su memoria de mediano y largo plazo, cuya información es tamizada por la experiencia previa, ypor los conocimientos y prácticas metacognitivas. En el plano experimental, los investigadores nóveles seguían por la planificación e indagación investigativa sobre las hipótesis formuladas: buscan información através de sus resultados de prueba de hipótesis e informan sobre la generación de hipótesis alternativas(validación o falsación de hipótesis), o sacan conclusiones sobre el estado del fenómeno estudiado (Kuhn,1993; Dunbar & Klahr, 2012; Cloude et al., 2020; Schlatter et al., 2021).

Según trabajos anteriores del problema de estudio, se aborda la investigación acerca del pensamiento científico desde distintas perspectivas. Una investigación sobre la capacidad del pensamiento científico en universitarios realizada por Boo & Toh (1998) concluye que la mayoría utiliza un pensamiento determinado por la percepción antes que un pensamiento determinado por los conceptos; pues los universitarios no pudieron usar los conceptos científicos de manera consistente en las cinco reacciones propuestas, de lo que se infiere que eran incapaces de pensar científicamente. Arteaga (2016) al analizar el desarrollo del pensamiento científico a través del trabajo de grupos interactivos determinó que existe un conjunto de habilidades científicas de orden superior asociadas al pensamiento científico que posibilita la transformación cualitativa de los estudiantes. Moore (2018) en su estudio plantea formas prácticas de incorporar el pensamiento científico en el salón de clases empleando “tareas de pensamiento” que los involucran en el trabajo real que hacen los científicos, utilizando patrones de pensamiento crítico como: reconocimiento de patrones, inventar nuevas hipótesis basadas en observaciones, separando las causas de las correlaciones, determinando las variables relevantes y aislándolas, realizando prueba de hipótesis, y reflexionando sobre su propio pensamiento y el valor relativo de la evidencia.

Otro estudio realizado por Fadllan et al. (2019) analiza la creatividad científica y las habilidades de proceso científico de los estudiantes en el que se muestra cómo la incapacidad del docente para hacer preguntas influye en la motivación de los estudiantes, lo cual constituye en una de las principales causas por las que los universitarios tienen dificultades para pensar científicamente y de forma creativa. Hyytinen et al. (2019) refieren que desarrollar la capacidad de pensar críticamente mediante prácticas docentes integradas al currículo es la base para educar en el pensamiento científico. He (2021) en su estudio sobre la aplicación de la informática en la educación universitaria propone el cultivo del pensamiento científico en la educación informática a través de actividades prácticas por computadora. Gouvea et al. (2022) en una investigación sobre informes de laboratorio encontraron que si se incluye variaciones en los experimentos se incrementa la incertidumbre y, por tanto, se mejora las interpretaciones y la argumentación de sus planteamientos. De ello se infiere que se mejora la capacidad de argumentación y el desarrollo del pensamiento científico. También Aguayo et al. (2022) experimentan el desarrollo del pensamiento científico mediante la estrategia del aprendizaje basado en casos en estudiantes universitarios de odontología concluyendo que la estrategia casuística influye en el desarrollo de la motivación hacia contenidos de temática científica y también en la reflexión sociocientífica.

De todo anterior se desprende la necesidad de contar con un método didáctico-formativo que posibilite la educación del pensamiento científico desde la función docente. En ese sentido, el pedagogo John Dewey en su propuesta teórica-filosófica sobre la educación titulada Cómo Pensamos (1989) plantea la importancia educativa que tiene el desarrollar el pensamiento reflexivo a través de una comprensión lógica-racional del conocimiento científico, lo cual se constituye en un

verdadero método de formación en el pensamiento científico por medio de cinco fases (reconocer el problema, establecer hipótesis provisionales, investigar la situación actual del problema, revisar las hipótesis propuestas y comprobar las hipótesis) y tres etapas (de comprensión, predicción y análisis).Por ello, si se aplica a la educación superior el método de pensamiento de cinco fases contenido en la propuesta de proceso del pensamiento reflexivo de John Dewey, se espera que se mejore no solo la capacidad de pensamiento crítico sino también la capacidad de reflexión científica. Por lo tanto, el propósito de este artículo es sustentar conceptual y empíricamente el potencial que posee la teoría del pensamiento de cinco fases presentada por Dewey, como medio para incrementar la comprensión reflexiva del conocimiento científico.

Método

Diseño. La investigación fue mixta: cualitativa-cuantitativa. La investigación fue cualitativa y de tipo teórica realizada a través del análisis documental e interpretativo (Loayza, 2020) de la propuesta de método de pensamiento científico-reflexivo planteado en la obra Cómo Pensamos del pedagogo John Dewey, como propuesta para el desarrollo de la competencia investigativa en la formación de los estudiantes universitarios en el contexto peruano.(Loayza-Maturrano, 2021). La investigación es cuantitativa debido a que el estudio se complementa con una encuesta de opinión aplicada a estudiantes universitarios, quienes implementaron el método Dewey, mejorando así el desarrollo de la competencia investigativa.

Unidad de observación y participantes. Se empleó como unidad de observación la obra Cómo pensamos de John Dewey y como unidad de análisis la propuesta lógica del pensamiento reflexivo, la cual en este estudio se interpretó y concibió como método de la comprensión reflexiva del conocimiento y cuya aplicación posibilitó el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes.

En la encuesta de opinión, se aplicó un cuestionario a 68 estudiantes universitarios de las asignaturas de Lenguaje y Comunicación, y Redacción Técnica del semestre 2022-I de una universidad pública del distrito de La Molina. El grupo etario de los encuestados se encuentra entre los 18 y 24 años de edad, de los cuales 36 fueron de género femenino y 32 de género masculino. Se aplicó en la selección de participantes un muestreo por conveniencia debido a que los individuos de los grupos de las asignaturas fueron previamente conformados antes de la aplicación del instrumento.

Instrumentos. El abordaje teórico del estudio asume la propuesta hermenéutica de Paul Ricoeur quien reconoce la necesidad de recurrir a la teoría del texto y a la dialéctica para adoptar una dimensión crítica en la interpretación (Ricoeur, 1988). Ello permitió develar el sentido metodológico de lo planteado por John Dewey en su obra Cómo Pensamos, al comprender que en el fondo se propone un método de comprensión reflexiva del conocimiento que al ser aplicado educativamente desarrolla el pensamiento científico en el individuo.

Por otro lado, se aplicó una encuesta de opinión para evaluar la percepción de los estudiantes universitarios respecto del método Dewey que habían seguido en sus análisis. La información fue recolectada mediante un cuestionario estudiantil a través de un muestreo opinativo (Loayza, 2006). Se elaboraron dos preguntas por cada fase seguida según el método Dewey (cinco fases) y dos preguntas adicionales de valoración del método. De este modo, se plantearon doce preguntas abiertas de respuesta breve que fueron valoradas de forma dicotómica (sí desarrolla el pensamiento científico / no desarrolla el pensamiento científico). Las preguntas son:

-¿crees que es importante la observación para el reconocimiento del problema?, ¿por qué?;

-¿crees que la comprensión lógica del problema de investigación es necesaria para iniciar un proceso de investigación? (fundamenta tu respuesta),

-¿crees que el pensamiento crítico se desarrolla a través de la capacidad de predecir ideas/soluciones?,

-¿crees que pensar en posibles soluciones al problema nos facilitan la formulación de hipótesis?,

-¿crees que es necesario investigar sobre la situación presente/actual del problema de investigación? y ¿por qué?,

-¿crees que la indagación de la situación actual de las investigaciones sobre el problema de investigación desarrolla la capacidad analítica para ver nuevas perspectivas del problema?,

-¿crees que es necesario razonar sobre la validez y pertinencia de las hipótesis después del análisis de la información de la situación actual del problema?, ¿crees que es importante revisar y replantear la hipótesis de estudio?, ¿por qué?,

-¿crees que es necesaria la corroboración experimental o comprobación de las hipótesis?, ¿por qué?,

-¿crees que al comprobar las hipótesis puedes refutarlas logrando cerrar un camino de investigación?, ¿por qué?,

-¿crees que las fases del método Dewey que se aplicaste permitió el desarrollo de tus habilidades de investigación?, ¿por qué?,

-¿crees que mejoró tu forma de pensar científicamente después de seguir el método Dewey?, ¿por qué?

Procedimiento. En el marco de la teoría hermenéutica, la aplicación estratégica o procedimiento del presente estudio en su plano teórico siguió la propuesta de habilidades del pensamiento crítico de Robert Ennis en la que se interpretó clarificando el significado (explicitación de conceptos y reglas) del libro Cómo Pensamos de John Dewey. Asimismo, se analizó la obra examinando ideas, se identificó y analizó argumentos, se identificó supuestos, se evaluó argumentos, se obtuvo conclusiones a través de la inferencia y el razonamiento inductivo y deductivo (Ennis, 1987).

De otra parte, la aplicación del cuestionario siguió otro procedimiento. El instrumento fue aplicado de forma individual por un tiempo de 20 minutos. La recogida de información se efectuó durante el mes de agosto de 2022. Se aplicó previamente una prueba piloto a un grupo de dieciocho estudiantes donde se obtuvo una fiabilidad K-R-20 de 0,8204, validando de esta forma la consistencia interna del instrumento. En el análisis de datos se consideró los valores porcentuales de la apreciación de los estudiantes respecto del método de cinco fases de comprensión reflexiva del conocimiento de John Dewey, empleado en este estudio como estrategia para el desarrollo del pensamiento científico.

Resultado y discusión

Según el análisis de Cómo Pensamos desde una perspectiva teórica-filosófica se evidencia un método eficaz para desarrollar el pensamiento científico a través de cinco fases y tres etapas, a saber: 1) Reconocimiento del problema, 2) establecimiento de hipótesis, 3) investigación de la situación actual, 4) revisión de hipótesis, 5) la prueba de hipótesis. Estas cinco fases se suceden en tres etapas: a) etapa de comprensión del problema, b) etapa de predicción o de hipotetización, y c) etapa de análisis.

Según los resultados de la encuesta y las tareas de pensamiento propuestas se puede decir que el método Dewey revela explícitamente el proceso de pensamiento por el que pasan los seres

humanos inteligentes para resolver un problema desde la concepción hasta la comprobación. Se observó que los estudiantes al practicar el proceso científico de resolución de problemas repetidamente, brindándoles experiencias prácticas y situaciones problemáticas, consiguen desarrollar sus habilidades de pensamiento científico y logran desarrollar el hábito de resolver problemas en un nivel superior. De esa manera, cuando se encuentran con una nueva situación problemática, se evidencia la capacidad de identificar con precisión el problema, encontrar la causa y encontrar una solución precisa. Por supuesto, las habilidades para resolver problemas se pueden desarrollar a través de prueba y error, pero esta clase de práctica es necesaria para reducir el fallo o error y aumentar la eficacia a nivel educativo.

El método de comprensión reflexiva del conocimiento científico de John Dewey

Las fases del método

1) Fase de reconocimiento de problemas

Esta es la fase en la que los estudiantes sienten dificultades con problemas de interés o desinterés. Esta etapa significa llegar a un estado incompleto de cuestionamiento, confusión y perplejidad en relación con la situación problema. Es cuando el sujeto vivencial se encuentra con la situación problema, provocándole cierta incomodidad, malestar y confusión. Este es el proceso de reconocer si un problema es realmente un problema (Dewey, 1989) y, con el tiempo, el propio individuo encontrará gradualmente una manera de resolver el problema.

Saber qué tipo de problema enfrenta un estudiante al encontrar un problema y sentirse atribulado es el primer factor para resolver el problema. Para reconocer el problema que el estudiante encuentra como una tarea a resolver, se debe anteponer la observación libre. Es decir, la observación es necesaria para determinar cuál es el problema o para revelar claramente la naturaleza específica del problema. La observación es un proceso de exploración e indagación para descubrir algo previamente oculto y desconocido. Y para que tenga lugar la observación libre, la atmósfera en las universidades y las aulas debiera ser permisiva en lugar de coercitiva.

No todos los problemas del mundo son un desafío para todos. Lo que puede ser un problema serio para algunos puede no ser un problema para otros. En ese sentido, Dewey (1989) indica que los educadores deben tener en cuenta dos condiciones: en primer lugar, que según las características y nivel de la experiencia del investigador se posibilita el surgimiento del problema, lo cual le otorga una gran responsabilidad a la capacidad del estudiante; y, segundo lugar, que el problema motiva al alumno a explorar nuevos conocimientos y descubrir nuevas ideas. Esto significa que reconocer un problema encontrado como una tarea a resolver depende de los intereses que cada sujeto experimenta, y el pensamiento reflexivo se activa solo cuando el problema inmediato se reconoce como una tarea por resolver.

2) Fase de establecimiento de hipótesis

La segunda es una fase provisional de establecimiento de hipótesis. Esta es el momento en el que el estudiante identifica el problema formulado y busca una solución. Se puede decir que es la fase de identificar la esencia del problema y encontrar varias formas de resolverlo. Esto incluye interpretar tentativamente el problema, idear varias soluciones basadas en la experiencia previa y varios datos, y predecir las consecuencias de cada solución. Por ejemplo, antes de que el médico conozca al paciente y encuentre con precisión el nombre de la enfermedad, Es un proceso similar a adivinar qué tipo de enfermedad es mientras se diagnostica. Por supuesto, estas hipótesis no debieran ser una prescripción definitiva. En una situación ambigua, no se captura la esencia del problema, o simplemente aplicar un método de resolución de problemas que emerge sin un pensamiento serio o crítico no puede considerarse como pensamiento reflexivo en el verdadero sentido de la palabra. No será una experiencia reflexiva (Dewey, 1989) provocada por el pensamiento reflexivo, sino una actividad de prueba y error. Una acción sin propósito es una acción sin predicciones sobre el

resultado, y dado que se desconoce la intención presente de la acción, el resultado es un intento accidental y una conclusión apresurada de tal manera esta es una solución poco fiable y puede tener consecuencias peligrosas.

Se puede decir que esta fase es un proceso de diferir conclusiones, es decir, asumir todos los casos posibles y prever una solución, dejando abiertas varias posibilidades. La hipotetización es la búsqueda de capturar con precisión la esencia de un problema antes de intentar resolverlo. Esto es diferir las conclusiones para razonar más a fondo sin apresurarse a sacar conclusiones. Numerosas ideas pueden surgir en este proceso de aceptación condicional de soluciones para el escrutinio. Estas ideas sirven para guardar los resultados que aún no han aparecido, orientar y prever observaciones, recuerdos y experimentos. En esta etapa provisional de establecimiento de hipótesis, la idea es solo una etapa en curso en la que el aprendizaje procede y no finaliza (Dewey, 1989).

3) Fase de investigación de la situación actual

La tercera fase es la de la investigación de la situación actual, en la que se investigan, exploran y analizan todas las consideraciones que ayudan a definir y aclarar la naturaleza del problema en cuestión. El segundo paso, “Pronosticar el resultado, representa una solución tentativa, o la solución que queremos lograr. Para hacer esta hipótesis más completa, es necesario examinar cuidadosamente las condiciones presentes y derivar sus implicaciones lógicas” (Dewey, 1989, p. 158). Por ejemplo, en el caso de un médico que busca la causa de una enfermedad, tiene en cuenta algunas hipótesis, realizar un análisis de sangre o utiliza diversos métodos para explorar los síntomas de un paciente. Las hipótesis sirven para resolver problemas, pero no son leyes o verdades en sí mismas, sino hipótesis, pueden ser producidas de diversas formas por los pensamientos de la mente, es decir, por las ideas. Sin embargo, esta hipótesis arroja luz sobre qué observar y brinda pautas para recopilar datos fácticos. Por ello, dado que puede haber una brecha significativa entre la hipótesis y la situación actual, es necesaria una investigación precisa y una verificación de la situación real. Se deben movilizar varios métodos para esto, pero especialmente en la sociedad actual altamente desarrollada y pluralista, es necesario encontrar medios cada vez más diversos y métodos efectivos.

4) Fase de revisión de hipótesis

La cuarta fase es el examen de hipótesis, que es el paso de afinamiento de las ideas al refinar de manera consistente y precisa la hipótesis provisional para que se ajuste a una amplia gama de hechos, es decir, refinar la hipótesis provisional de manera más precisa y consistente para que se ajuste a un espectro más amplio de la gama de hechos. (Dewey, 1989). En un segundo momento se busca diversas alternativas para solucionar el problema planteado y en un tercer momento se verifica el problema específico actual. Entonces, se refiere al momento de examinar la efectividad de la hipótesis establecida en el segundo paso, es decir, el método de resolución de problemas aplicándolo realmente. Reducir esto a un proceso de pensamiento reflexivo se convierte en un proceso de argumentación con supuestos. El proceso de comprobar el significado y la validez de una idea en relación con un problema se denomina razonamiento. Así como una idea se infiere de una situación real dada, un argumento comienza con una idea.

Aquí, es importante subdimensionar y explorar más el problema original a través de la observación de ideas y datos objetivos. A través de este proceso, las suposiciones inicialmente vagas y aproximadas se transforman en datos apropiados y productivos a través del proceso de elaboración. Este proceso es deductivo. En lugar de implicar el proceso de razonamiento inductivo o prueba, también es un trabajo de elección examinar preliminarmente varias hipótesis una por una y llevar la más plausible a la siguiente etapa de verificación. El desarrollo de ideas a través de la argumentación integra al sujeto en un todo coherente y proporciona condiciones mediadoras o intermedias para examinar hipótesis (Dewey, 1989).

5) Fase de verificación de hipótesis

La quinta es la fase de prueba de hipótesis, que sobre la base de la hipótesis establecida, establece un plan de acción que se aplicará a la situación actual y prueba la hipótesis tomando medidas para producir el resultado previsto. En otras palabras, se puede decir que es una especie de confirmación o verificación experimental de una idea estimada. Es probar la solución hipotética llevándola a la práctica. Si la implementación produce de manera realista el resultado deseado, la hipótesis se acepta como válida. Por otro lado, si no hay un resultado real o válido, se revisa la hipótesis y se sigue con otra hipótesis y se analiza nuevamente. Si se encuentra todas las condiciones requeridas por una idea, las condiciones se colocan deliberadamente de acuerdo con los requisitos de la idea (Dewey, 1989). Las ideas que han sido probadas deliberadamente se entienden a través de un proceso de inferencia. Comprender es captar significado. Cuando una inferencia llega a una conclusión satisfactoria, se logra el objetivo del significado.

Las cinco fases del pensamiento científico para la resolución de problemas tienen como objetivo ayudar a los estudiantes a comprender el significado de todo el conocimiento y todos los objetos y eventos científicos en cada paso. Este proceso parece producir eventos aparentemente separados, pero es un descubrimiento inductivo que consiste en descubrir que son parte de un supuesto todo mayor. Esto les da a los estudiantes la satisfacción de descubrir como un científico. El proceso inductivo requiere un proceso de explicación e interpretación deductiva de cosas o eventos. A través de este proceso, los estudiantes adquieren la capacidad de probar hipótesis, es decir, el pensamiento lógico a través del pensamiento científico.

Por supuesto, no se tiene que pasar por estas cinco fases necesariamente. Ello depende de la experiencia previa y del nivel de conocimiento del sujeto experiencial, se pueden saltar uno o dos pasos intermedios (Dewey, 1989). Sin embargo, incluso si se omite una determinada fase, no significa que el proceso no sea necesario, simplemente se omite porque es bien conocido o familiar, y no significa que se pueda omitir lógicamente. Además, los escalones adyacentes pueden conectarse en contacto entre sí sin estar separados entre sí. Por ello, esta teoría de cinco fases del pensamiento reflexivo es un método de investigación universal que ya se ha establecido en las ciencias naturales. Vale la pena señalar que Dewey intentó aplicar esto al método de investigación a las humanidades y la sociología.

Las etapas del método

En general, se puede decir que la comprensión se puede desarrollar a través de la aplicación de tres etapas: 1). la etapa de comprensión, 2) la etapa de predicción y 3) la etapa de análisis. Cada una supone niveles de habilidad. Si desarrollas estos tres niveles puedes usar el pensamiento científicamente. Estas tres etapas de introspección están tangencialmente conectadas con tres de las cinco fases de pensamiento reflexivo de Dewey: reconocimiento del problema (comprensión), establecimiento de hipótesis provisionales (poder predictivo) e investigación de la situación actual (poder analítico). Las etapas cuatro y cinco no están directamente relacionadas con el conocimiento, sino indirectamente con el desarrollo general del conocimiento. La cuarta etapa del pensamiento reflexivo, la revisión de hipótesis, y la quinta etapa, la prueba de hipótesis, son significativas porque confirman los resultados de la introspección y porque pueden activarse.

Primero, el reconocimiento del problema, que es la primera fase del pensamiento reflexivo, aparece en el proceso de activación de la comprensión. Esta etapa de reconocimiento del problema es un proceso necesario en todas las actividades intelectuales, pero cuando se aplica al proceso de comprensión, es un proceso necesario para comprender la razón y los principios básicos a través de la observación y para aumentar la comprensión de la situación en cuestión. Reconocer un problema como problema no es fácil. Esto se debe a que es necesario comprender con precisión el contexto de la situación circundante y las circunstancias detrás de ella. Comprender es captar significado. El propósito de todos los descubrimientos es averiguar cuáles son los hechos que existen. Es importante descubrir el significado que se le da a los hechos. Captar un significado, comprender,

determinar algo importante en una situación es lo mismo. Si no se comprende un problema nuevo, se puede sentir un desequilibrio cognitivo y la mente se vuelve incómoda. Esta mente incómoda busca un estado mental estable. El problema es encontrar una condición de arbitraje que pueda reconciliar el fin y los medios interponiéndose entre el fin logrado y los medios presentes (Dewey, 1989). Para hacer nuevos descubrimientos, se debe observar cuidadosamente lo que sucede alrededor. La observación es un examen detallado de objetos, personas o fenómenos, y debe entenderse como un significado hermenéutico de una experiencia específica. Es sólo observando la razón exacta y el principio básico como se puede desarrollar la comprensión.

En segundo lugar, el establecimiento de hipótesis provisional, la segunda etapa del pensamiento reflexivo, está directamente relacionado con el desarrollo del poder predictivo, que es un proceso esencial de comprensión. En la etapa de establecimiento de hipótesis provisionales, conducirá al desarrollo del poder predictivo al suspender el juicio sobre ideas e imaginar varias posibilidades. La situación en la que surge la dificultad o el problema requiere una actividad interior fuera de nuestra experiencia sensorial, que se hipotetiza. Las suposiciones están en el centro de la inferencia. Los supuestos tienen que ver con pasar de estar presente a no existir. Por lo tanto, las suposiciones son algo hipotéticas y aventureras. Así, lo que está en una situación ambigua es una posible hipótesis, y lo que se propone como hipótesis es una idea.

De acuerdo con John Dewey: “El componente más importante del entrenamiento de buenos hábitos mentales consiste en adquirir una actitud de retener conclusiones y adquirir diferentes métodos para buscar material nuevo para probar o refutar las suposiciones que se han hecho. La conducta continua de investigación sistemática mientras se mantiene un estado de duda es el centro del pensamiento” (Dewey, 1989, p. 191). Es importante que las hipótesis provisionales pasen por varios aplazamientos de juicio a través del pensamiento crítico acerca de las razones para la idea propuesta. Esto se debe a que la capacidad de predecir el próximo puede desarrollarse a través de este proceso. El poder predictivo consiste en la acumulación de experiencia a través de muchos casos. Un gran poder predictivo significa un alto nivel de interpretación del problema a través de una actitud crítica hacia un problema y un gran nivel de interpretación del problema a través del pensamiento reflexivo y la generación del juicio argumental.

En tercer lugar, la investigación de la situación actual del proceso de pensamiento reflexivo se convierte en un factor importante en el desarrollo del poder analítico, que es parte de la comprensión reflexiva. La investigación de la situación actual se relaciona con el poder analítico en tanto es la parte que capta el significado de la conjetura propuesta a través del análisis de datos y brinda una nueva perspectiva. Las hipótesis correspondientes a la segunda etapa se transforman en propuestas avanzadas y pruebas de inferencias avanzadas mientras se controlan mediante el análisis de datos. Las inferencias se hacen en base a la lógica de los datos. El razonamiento sistemático y avanzado significa reconocer, a través del análisis de datos, interdependencias concretas entre pensamientos previamente desorganizados y desconectados. Esta conciencia se genera por el descubrimiento y adición de nuevos hechos y características. El hábito de identificar la interdependencia a través del análisis de datos es poder analítico, y cultivar ese poder analítico es entrenar la mente. El poder analítico, a través del juicio y el razonamiento, puede abrir nuevas perspectivas que aún no hemos explorado. Encontrará que algunas características deben descartarse por no ser importantes, algunas características deben eliminarse por ser irrelevantes, algunas características deben conservarse porque tienen consecuencias y algunas características deben enfatizarse porque son una pista para resolver el problema. Estas habilidades en la vida cotidiana son lo que llamamos tacto, tacto e inteligencia. Más importante aún, se llama percepción, observación, discernimiento (Dewey, 1989).

En la etapa de investigación de la situación actual, las ideas se revisan a través de hipótesis presentadas a través de la observación. Es importante complementar y hacer una nueva sugerencia. En medio del análisis de varios datos, se nutre la capacidad de adoptar una perspectiva sobre un problema y se desarrolla la capacidad analítica, evidenciando un alto poder analítico al conectar un conjunto de hechos. La acumulación, jerarquización y organización de hechos significa

que la observación y el análisis son precisos, lo que supone que se ha ampliado la perspectiva de ver el problema desde un nuevo punto de vista y, a través de ello, se puede desarrollar la comprensión.

En suma, el investigador sub-dimensiona la variable comprensión reflexiva del conocimiento en comprensión, poder predictivo y poder analítico, y se considera que su desarrollo está directamente relacionado con el desarrollo del pensamiento científico. En primer lugar, se considera que comprender con precisión el significado a través de la observación fenomenológica aumenta la comprensión, y se desarrolla el pensamiento al reconocer bien el problema. Asimismo, se cree que la formación del hábito de retener el juicio a través del pensamiento crítico sobre las ideas, está directamente relacionada con el desarrollo del poder predictivo. Finalmente, se examina la lógica que desarrolla la capacidad de tomar una perspectiva y la capacidad de afinar la evaluación al realizar análisis de datos basados en la hipótesis presentada en el paso anterior.

De acuerdo a los resultados de la encuesta de percepción sobre la influencia del método Dewey en el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes universitarios se obtuvo una apreciación muy alta respecto de la eficacia del método de comprensión reflexiva del conocimiento planteado por John Dewey (véase tabla 1). Los resultados permiten inferir que el método de las cinco fases de Dewey se constituye en una estrategia didáctica del docente y un método de aprendizaje para el estudiante, pues mejora su dominio en el proceso de adquisición y generación del conocimiento científico.

Tabla 1. Percepción de la eficacia del método Dewey en el desarrollo del pensamiento científico

Ítems	F	No crees / No desarrolla el pensamiento científico	Sí crees / Sí desarrolla el pensamiento científico
1. ¿Crees que es importante la observación para el reconocimiento del problema?, ¿por qué?	%	67 98.53%	1 01.47%
2. ¿Crees que la comprensión lógica del problema de investigación es necesaria para iniciar un proceso de investigación?	N %	65 95.59%	3 04.41%
3. ¿Crees que el pensamiento crítico se desarrolla a través de la capacidad de predecir ideas/soluciones?	N %	63 92.65%	5 07.35%
4. ¿Crees que pensar en posibles soluciones al problema nos facilitan la formulación de hipótesis?,	N %	66 97.06%	2 02.94%
5. ¿Crees que es necesario investigar sobre la situación presente/actual del problema de investigación?	N %	68 100.00%	0 0.00%
6. ¿Crees que la indagación de la situación actual de de las investigaciones sobre el problema de investigación desarrolla la capacidad analítica para ver nuevas perspectivas del problema?	N %	62 91.18%	6 8.82%
7. ¿Crees que es necesario razonar sobre la validez y pertinencia de las hipótesis después del análisis de la información de la situación actual del problema?	N %	60 88.24%	8 11.76%
8. ¿Crees que es importante revisar y replantear la hipótesis de estudio?	N %	65 95.59%	18 04.41%
9. ¿Crees que es necesaria la corroboración experimental o comprobación de las hipótesis?	N %	66 97.06%	2 02.94%
10. ¿Crees que al comprobar las hipótesis puedes refutarlas logrando cerrar un camino de investigación?	N %	59 86.76%	9 13.24%
11. ¿Crees que las fases del método Dewey que se aplicaste permitió el desarrollo de tus habilidades de investigación?	N %	67 98.53%	1 01.47%
12. ¿Crees que mejoró tu forma de pensar científicamente después de seguir el método Dewey?	N %	64 94.12%	4 05.88%

Conclusiones

Los resultados del análisis permitieron concluir la validez conceptual de la propuesta de método de comprensión reflexiva del conocimiento interpretada, inferida y desagregada del planteamiento del pensamiento reflexivo de John Dewey, la cual está contenida en su obra Cómo Pensamos. Asimismo, la extrapolación como método para el desarrollo del pensamiento científico en estudiantes universitarios posibilitó ser una estrategia válida para alcanzar dicha competencia investigativa. En consecuencia, se corroboró la validez conceptual y empírica de la teoría del pensamiento reflexivo de cinco fases presentada por Dewey, como medio para incrementar la comprensión reflexiva del

conocimiento científico. Así, se analizó las etapas del método: la etapa de comprensión, etapa de predicción y etapa de análisis para desarrollar ideas. En la etapa de comprensión, se valoró primero la lógica y los principios básicos para definir claramente el problema. En la etapa de predicción, fue importante combinar los datos de una manera nueva y armoniosa con una mente abierta en lugar de un punto de vista existente. En la fase de análisis, fue fundamental desarrollar estos conocimientos alrededor del problema.

Asimismo se concluyó que la aplicación de las cinco fases de la comprensión reflexiva del conocimiento de Dewey permite desarrollar el pensamiento científico de Dewey según los resultados de la encuesta de percepción aplicada a estudiantes universitarios que siguieron las tareas de pensamiento reflexivo propuestos. Y según los planteamientos teórico-filosóficos de la obra Cómo Pensamos se extrapoló que la razón por la que Dewey llamó al pensamiento reflexivo el verdadero significado del pensamiento fue que valoraba mucho la objetividad de la investigación científica. El pensamiento más racional y lógico derivado de la ciencia es el pensamiento reflexivo.

La descripción y explicación de las cinco fases del método del pensamiento: reconocimiento del problema, establecimiento de hipótesis provisionales, investigación de la situación actual, revisión de hipótesis y verificación de hipótesis, permitieron entender la naturaleza del método y sus posibilidades aplicativas de modo conceptual. Así, el reconocimiento de problemas facilitó el desarrollo de la comprensión reflexiva, y ello debido a que la razón y los principios básicos se captan a través de la observación en el proceso de descubrir un problema y se desarrolló una comprensión más cabal del significado. En segundo lugar, al formular hipótesis provisional se preparó el escenario para el desarrollo del pensamiento científico, lo cual evidenció el poder predictivo, el cual se desarrolló a través del proceso de sustentación o defensa de juicios sobre ideas a través del pensamiento crítico. Y en tercer lugar, con la investigación de la situación actual se desarrolló la comprensión reflexiva, y permitió mejorar la capacidad de análisis para captar el significado de la conjetura propuesta a través del análisis de datos y, de este modo, conseguir un nuevo punto de vista o perspectiva.

Finalmente, fue difícil encontrar un estudio que sugiera o considere un método específico que pudiese generalizarse como macro-estrategia para la educación del pensar científicamente. Si bien esta pequeña tesis, no tuvo más remedio que limitarse al enfoque teórico y fenomenológico perceptual, sin embargo se podrán mostrar resultados más claros si se realizan experimentos de campo. En el futuro, será insoslayable aplicar el método Dewey a la educación científica, en los currículos académicos dentro del enfoque del pensamiento de diseño, para la formación de la competencia investigativa en los estudiantes.

Referencias

Aguayo, S., Benso, B., Cantarutti, C., Ortuño, D. & Véliz, C. (2022). Case-based learning to teach scientific thinking todental students. Journal of Dental Education, https://doi.org/10.1002/jdd.12893

Arteaga, K. (2016). Desarrollo del pensamiento científico por medio de la metodología de grupos interactivos. Revista de Estudios y Experiencias en Educación, 13(26), 67-80 .http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/ rexe/article/view/34

Boo, H. & Toh, K. (1998). An investigation on the scientific thinking ability of fourth year university students. Researchin Science Education 28, 491–506. https://doi.org/10.1007/BF02461512

Cloude, E., Dever, D., Wiedbusch, M. & Azevedo, R. (2020) Quantifying Scientific Thinking Using Multichannel DataWith Crystal Island: Implications for Individualized Game-Learning Analytics. Frontiers in Education 5, 572546.https://doi.org/10.3389/feduc.2020.572546

Chamizo, J. (2017). Habilidades de pensamiento científico. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Dewey, J. (1989). Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo. Paidós.

Dunbar, K. N. & Klahr, D. (2012). Scientific Thinking and Reasoning. Oxford: Oxford University Press.https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.013.0035

Ennis, R. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. En B. Baron y R. Sternberg (Eds.), Teaching thinking skills: theory and practice, p. 9-26. New York: W.H. Freeman.

Fadllan, A., Hartono, S. & Saptono, S. (2019). Analysis of students' scientific creativity and science process skills atUIN Walisongo Semarang. Journal of Physics: Conference Series, 1321(3), 032099.https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/3/032099

Gelman, A. (2018). How to Think Scientifically about Scientists' Proposals for Fixing Science. Socius, 4.https://doi.org/10.1177/2378023118785743

Gouvea, J., Appleby, L., Fu, L. & Wagh, A. (2022). Motivating and shaping scientific argumentation in lab reports.CBE Life Sciences Education, 21(4), ar71. https://doi.org/10.1187/cbe.21-11-0316

He, Y. (2021). Research on computer application and cultivation of scientific thinking ability. Paper presented at theJournal of Physics: Conference Series, 1992(3) https://doi.org/10.1088/1742-6596/1992/3/032086

Hyytinen, H., Toom, A. & Shavelson, R. (2019). Enhancing scientific thinking through the development of criticalthinking in higher education. Redefining scientific thinking for higher education: Higher-order thinking,evidence-based reasoning and research skills, 59-78. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24215-2_3

Klahr, D., Zimmerman, C. & Matlen, B. (2019). Improving Students' Scientific Thinking. In J. Dunlosky & K. Rawson(Eds.), The Cambridge Handbook of Cognition and Education (Cambridge Handbooks in Psychology, 67-99).Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108235631.005

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. Science Education 77, 319–337. https://doi.org/10.1002/sce.3730770306

Loayza, E. (2006). Investigación cualitativa en Educación. Investigación educativa, 10 (18), 75-85.https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/3778

Loayza, E. (2020). La investigación cualitativa en Ciencias Humanas y Educación. Criterios para elaborar artículos científicos. Educare et comunicare 8(2), 56-66. https://doi.org/10.35383/educare.v8i2.536

Loayza, E. (2022). El aprendizaje móvil (m-learning) en la universidad en tiempos de la COVID-19: Una herramienta formativa en la Educación Superior. Educare et Comunicare, 10(1), 5-12. https://doi.org/10.35383/educare.v10i1.743

Loayza-Maturrano, E. (2021). Enfoques modernos para determinar el nuevo rol del docente. Sciéndo, 24(3), 177-183. https://doi.org/10.17268/sciendo.2021.023

McBain, B., Yardy, A., Martin, F., Phelan, L., Altena, I., McKeowen, J., Pemberton, C., Tose, H., Fratus, L. & Bowyer, M.(2020). Teaching Science Students How to Think. International Journal of Innovation in Science andMathematics Education, 28(2), 28-35. https://doi.org/10.30722/IJISME.28.02.003

Mezirow, J. (1990). How critical reflection triggers transformative learning. Fostering critical reflection in adulthood: A Guide to Transformative and Emancipatory Learning, 1-6. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Moore, C. (2018). Teaching science thinking: Using scientific reasoning in the classroom. Teaching science thinking: Using scientific reasoning in the classroom, 1-197. https://doi.org/10.4324/9781315298634

Ricoeur, P. (1988). El discurso de la acción. Ediciones Cátedra.

Ryan, M. & Ryan, M. (2012). Developing a systematic, cross-faculty approach to teaching and assessing reflection inhigher education. Canberra, Australia. https://research.qut.edu.au/eportfolio/wpcontent/uploads/sites/186/2018/03/ALTC_Final_Report_Part_1_PP9-1327.pdf

Schlatter, E., Molenaar, I. & Lazonder, A. (2021). Learning scientific reasoning: A latent transition analysis. Learningand Individual Differences, 92. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102043

Suparman, A., Rohaeti, E. & Wening, S. (2022). Development of attitude assessment instruments towards socioscientificissues in chemistry learning. European Journal of Educational Research, 11(4), 1947-1958.https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.1947

Zimmerman, C. & Croker, S. (2014). A prospective cognition analysis of scientific thinking and the implications forteaching and learning science. Journal of Cognitive Education and Psychology, 13 (2), 45–257.https://doi.org/10.1891/1945-8959.13.2.245

References