

Desarrollo de la habilidad de solución de problemas de profesores de Química en formación mediante diagramas redox

Developing the Problem-Solving Skills of Preservice Chemistry Teachers Through Redox Diagrams

José Miguel Melo Molina¹ 

Yolanda Ladino Ospina² 

Diego Alexander Blanco Martínez³ 

Cómo citar este artículo:

Melo Molina, J. M., Ladino Ospina, Y. y Blanco Martínez, D. A. (2026). Desarrollo de la habilidad de solución de problemas de profesores de Química en formación mediante diagramas redox. *Boletín P.P.D.Q.*, (73), 44-56.

Resumen

El presente trabajo tuvo como propósito desarrollar la habilidad de pensamiento crítico y solución de problemas en un grupo de profesores en formación inicial mediante la construcción e interpretación de los diagramas de predominancia de Frost y Latimer, al abordar situaciones contextualizadas relacionadas con el fenómeno de la corrosión. El estudio se llevó a cabo en la Universi-

1 Estudiante de Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. jmmelom@upn.edu.co

2 Doctora en Educación. Docente, Universidad Pedagógica Nacional. ladino@pedagogica.edu.co

3 Magíster en Ciencias-Química. Docente, Universidad Pedagógica Nacional. dablancom@pedagogica.edu.co

dad Pedagógica Nacional en los espacios académicos de Sistemas Inorgánicos y Sistemas Fisicoquímicos I. Se utilizó un enfoque cualitativo de tipo interpretativo, estructurado en tres sesiones de trabajo con actividades teórico-prácticas. Se implementaron tres instrumentos: una prueba diagnóstica, una práctica de laboratorio y un taller. Los resultados muestran avances progresivos en ambos grupos, en particular en el espacio de Sistemas Fisicoquímicos I. En conjunto, los hallazgos permiten concluir que el uso de diagramas de Latimer y Frost, cuando se vincula con situaciones reales, no solo facilita la comprensión de los procesos termodinámicos y redox involucrados en la corrosión, sino que también promueve el desarrollo de habilidades cognitivas superiores como el análisis crítico, la toma de decisiones fundamentadas y la argumentación científica.

Palabras clave

pensamiento crítico; corrosión; diagramas de Frost; diagramas de Latimer; solución de problemas

Abstract

This study aimed to develop the skill of critical thinking and problem solving in a group of preservice teachers through the construction and interpretation of Frost and Latimer predominance diagrams by addressing contextualized situations related to the phenomenon of corrosion. The research was carried out at the Universidad Pedagógica Nacional with students from the courses Inorganic Systems I and Physicochemical Systems I. A qualitative interpretative approach was used, structured over three work sessions with theoretical-practical activities. Three instruments were used: a diagnostic test, a laboratory practice, and a final workshop. The results show progressive advances in both groups, in particular in the Physicochemical Systems I course. Overall, the findings allow us to conclude that the use of Latimer and Frost diagrams, when linked to real-life situations, not only facilitates the understanding of thermodynamic and redox processes involved in corrosion but also promotes the development of higher-order cognitive skills such as critical analysis, evidence-based decision-making, and scientific argumentation.

Keywords

critical thinking; corrosion; Frost diagrams; Latimer diagrams; problem solving

Introducción

El pensamiento crítico es una habilidad cognitiva compleja que le permite a un individuo analizar información, evaluar argumentos, tomar decisiones fundamentadas y resolver problemas de forma reflexiva. Para Halpern (2003), el pensamiento crítico es “el uso de habilidades cognitivas o estrategias que aumentan la probabilidad de un resultado deseado”, es decir, se trata de un tipo de pensamiento razonado y propositivo, que está estrechamente relacionado con la solución de problemas y la toma de decisiones (Bilbao, 2021), lo que se traduce en que pensar de esta forma no solo es razonar lógicamente, sino también hacerlo con sentido, pertenencia y en contextos específicos. La solución de problemas es una de las habilidades del pensamiento crítico que deben desarrollar los profesores en formación ya que les permite analizar situaciones reales, identificar variables relevantes, evaluar alternativas y tomar decisiones fundamentadas con base en la evidencia.

Ahora bien, en el contexto particular de la enseñanza de la química, desarrollar esta habilidad tiene una gran relevancia, ya que esta disciplina no solo requiere de dominio de conceptos y representaciones simbólicas, sino también de la capacidad de interpretar y explicar fenómenos del mundo real. Así, al interpretar los diagramas de Latimer y Frost y comprender la corrosión se promueve un aprendizaje

activo y reflexivo, y al contextualizarlo en situaciones cotidianas e industriales se fomenta un ambiente educativo propicio sobre su impacto en la sociedad y se promueve un aprendizaje significativo.

El fenómeno de la *corrosión* es el proceso de deterioro de los materiales metálicos, debido a reacciones químicas o electroquímicas con su entorno, un contexto relevante para abordar en la enseñanza de la química ya que afecta la resistencia e integridad estructural de materiales y dispositivos, lo que genera costos elevados en mantenimiento y reparación. La corrosión puede ser impulsada por factores como la humedad, la presencia de iones específicos, el pH del medio y la temperatura.

Este fenómeno se puede analizar mediante representaciones y modelos que permitan predecir y comprender la predominancia, estabilidad y reactividad de las especies metálicas involucradas. En este sentido, los diagramas de Latimer y Frost son representaciones gráficas que permiten apreciar el comportamiento redox de un conjunto de especies relacionadas de un elemento y asociarlo con el fenómeno de corrosión. Ambos diagramas permiten analizar, desde un enfoque termodinámico, la susceptibilidad de un metal a oxidarse en un entorno determinado, lo cual es esencial para predecir y mitigar procesos de corrosión.

Por consiguiente, en el marco de la Práctica Pedagógica y Didáctica II del programa de Licenciatura en Química de la Universi-

dad Pedagógica Nacional, se estructuró el proyecto de práctica educativa que buscó dar respuesta a la pregunta ¿Cómo la construcción e interpretación de los diagramas de Latimer y Frost, por parte de un grupo de profesores en formación, favorece el desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico, solución de problemas, cuando se abordan situaciones contextualizadas al fenómeno de corrosión?

Metodología

Este proyecto se implementó con 31 profesores de Química en formación de la Licenciatura en Química de la Universidad

Pedagógica Nacional, que cursaban los espacios académicos de Sistemas Inorgánicos I, SI-I (14 estudiantes) y Sistemas Fisicoquímicos I, SF-I (17 estudiantes). Para caracterizar la habilidad de pensamiento crítico, solución de problemas de los profesores de Química en formación se implementó una metodología cualitativa de tipo interpretativo, que se estructuró en tres actividades teórico-prácticas relacionadas con situaciones contextualizadas al fenómeno de corrosión y a la interpretación y construcción de los diagramas de Latimer y Frost, en específico para elementos metálicos, durante tres sesiones de dos horas (véase la figura 1).

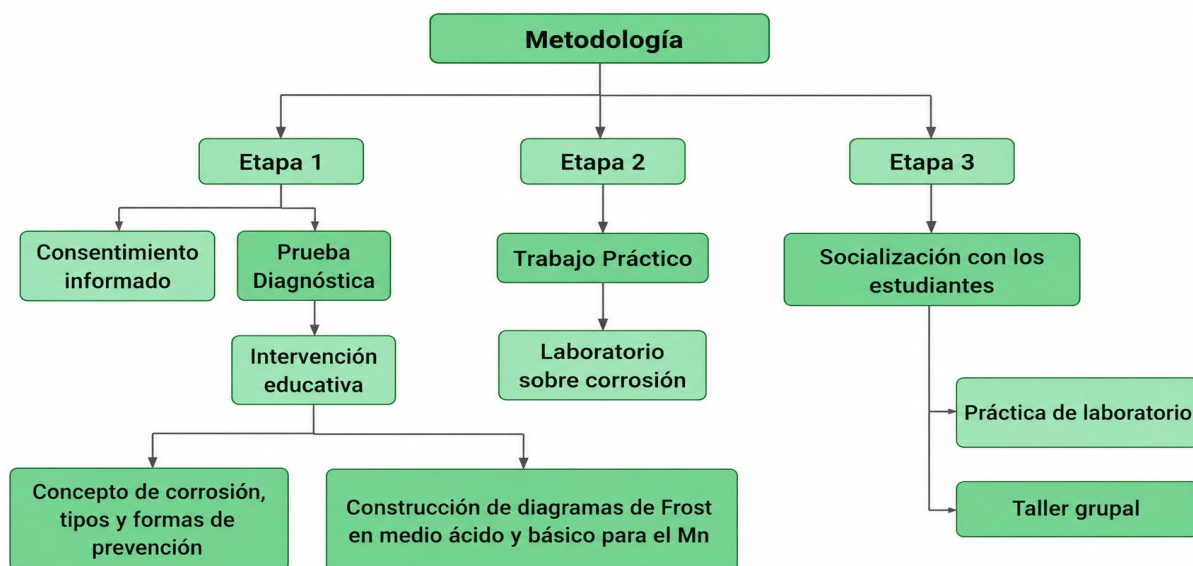


Figura 1. Etapas de la metodología de investigación

Fuente: elaboración propia.

Para analizar el desarrollo de la habilidad se definieron tres categorías con sus

respectivos indicadores, tal como se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías de análisis para la habilidad del pensamiento crítico, solución de problemas

Categorías	Indicadores
Analiza críticamente el fenómeno de la corrosión, sus causas, sus tipos y consecuencias en distintos contextos y relaciona estos conocimientos con situaciones reales.	- Reconoce el fenómeno de la corrosión y lo que sucede con las especies que se involucran en este proceso, en los contextos reales en que se presentan. - Identifica el tipo de corrosión, la identidad química del metal y el ambiente.
Interpreta y evalúa la información de los diagramas de Latimer y Frost sobre la estabilidad, predominancia y reactividad de especies de un elemento químico, tendencias redox, dismutación y coproporción.	- Comprende que el potencial de reducción y la variación de energía de Gibbs son parámetros termodinámicos que permiten predecir la estabilidad, predominancia y reactividad de una especie. - Identifica el comportamiento de las especies de un elemento a partir de la información que se representa en los diagramas, como su tendencia redox, de coproporción, dismutación y estabilidad.
Explica y predice el comportamiento de algunas especies en diferentes contextos de la corrosión, integrando los conceptos y las representaciones de los diagramas de predominancia. De esta manera propone estrategias de solución fundamentadas para mitigar la corrosión.	- Establece relaciones significativas del comportamiento de una especie al interpretar los diagramas y predice la corrosión en distintos ambientes. - Plantea alternativas de solución argumentadas con base en los datos representados en los diagramas. - Justifica sus decisiones científicas teniendo en cuenta variables como el potencial de reducción, el medio, la energía libre de Gibbs y el tipo de material.

Fuente: adaptado de Albertos (2015) y Bezanilla *et al.* (2015).

La información se recolectó mediante tres instrumentos tipo cuestionario: la prueba diagnóstica que se desarrolló de manera individual, el trabajo práctico de laboratorio y el taller que se implementó de manera grupal, que contenían únicamente preguntas abiertas con el fin de identificar el lenguaje y el discurso científico de los estudiantes al momento de abordar las situaciones problema planteadas.

La prueba diagnóstica y el taller se estructuraron a partir de situaciones problema contextualizadas al fenómeno de corrosión, las redes conceptuales asocia-

das a los equilibrios redox y a la interpretación de los diagramas Latimer y Frost, para determinar y predecir el comportamiento de las especies de un elemento por medio de los parámetros termodinámicos de energía de Gibbs y el potencial estándar de reducción (E°) y desde estos elementos comprender el problema y plantear una posible solución. Con relación al trabajo práctico de laboratorio se diseñó una guía, en la cual se propusieron cuatro celdas electroquímicas en donde se evidenciaba el proceso de corrosión, teniendo en cuenta la naturaleza de los electrodos y la

composición química de los electrolitos. Como parte del reporte de informe se les solicitó dar respuesta a cuatro preguntas.

Se estableció una escala de valoración de las respuestas de los estudiantes para cada una de las categorías objeto de análisis que

se definieron según los criterios mostrados en la tabla 2. En particular, se tuvo en cuenta el uso de términos y representaciones que le permitieron al profesor de Química en formación comprender el entramado conceptual en los contextos abordados.

Tabla 2. Criterios de evaluación

Escala de valoración		
Aceptable	Sobresaliente	Excelente
<i>El profesor en formación reconoce los conceptos y procedimientos, pero tiene dificultades para aplicarlos de forma coherente a situaciones reales o justificar adecuadamente sus decisiones.</i>	<i>El profesor en formación aplica los conceptos en los diferentes contextos abordados, sin embargo, hay imprecisiones en el uso de términos o en la justificación, sin afectar la validez de su razonamiento.</i>	<i>El profesor en formación comprende y establece relaciones significativas entre los contextos abordados y la interpretación de los diagramas al proponer las soluciones planteadas y lo justifica con argumentos científicos fundamentados.</i>

Fuente: elaboración propia.

Resultados y discusión

A continuación, se detalla y describe el desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico de solución de problemas de los profesores de Química en formación al abordar las tres actividades.

Con relación a la prueba diagnóstica

Para efectos y a modo de ejemplo de la interpretación y el análisis de la información, a continuación se describen algunas de las respuestas relevantes de los profesores de Química en formación y los resultados consolidados para los dos grupos por categoría. Para el grupo de SI-I, se identifica que los profesores de Química en forma-

ción mencionan variables relevantes, como la “corrosión”, la “humedad/salinidad” o el “PER”. Por ejemplo, uno de los estudiantes mencionó

Considero que se podría cambiar el material “acero” por otro material derivado del hierro con mayor estabilidad para que independientemente de las constantes que se involucran y que hacen parte del ambiente (humedad, etc.), se minimice la corrosión en las construcciones metálicas de la ciudad.

De ahí, se infiere que reconoce que el acero en ambientes corrosivos puede ser susceptible a la corrosión, sin embargo, no integra conceptos del diagrama de

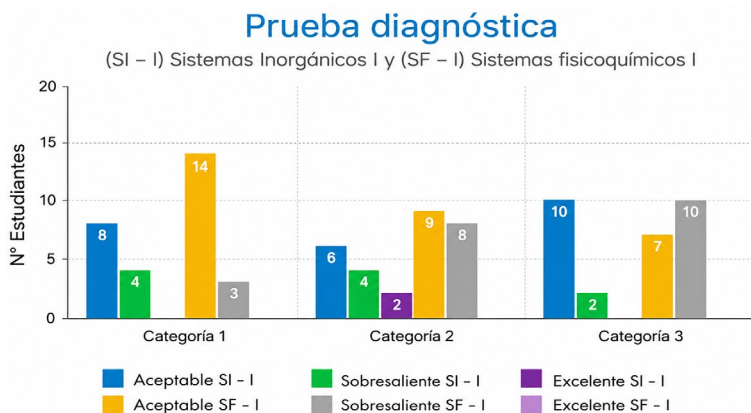
Frost y no menciona qué materiales podrían ser reemplazados del acero ni qué propiedades específicas lo hacen más estable, lo cual se alinea con el alto número de respuestas clasificadas en nivel Aceptable en la categoría 3, tal como se aprecia en la gráfica 1. Además, aunque algunos estudiantes reconocen el PER y pueden identificar cuál especie es más estable, no justifican sus respuestas adecuadamente, lo que refuerza la conclusión de que este grupo presenta dificultades para integrar datos científicos en contextos reales y formular razonamientos críticos.

En contraste, el grupo de SF-I revela que hay profesores de Química en formación que no logran justificar del todo sus afirmaciones, se observa una mayor proporción que reconoce correctamente el papel del PER y su relación con la corrosión. Por ejemplo, 5 de ellos logran justificar cuál es la especie más estable, y 4 plantean soluciones viables con justificación, tal como

se cita en el siguiente ejemplo, donde uno afirma que

Se puede realizar una galvanización donde el Zn actuará un ánodo donde buscará que este se oxide en vez del hierro, ya que el zinc tiene un potencial de reducción más bajo a diferencia del Fe, lo que lo hace más reactivo y evita la oxidación del acero.

Esto permite inferir que reconoce los tipos de prevención de la corrosión, como el ánodo de sacrificio y comprende la relación entre el PER y la estabilidad de las especies, resultados que se relacionan con el número de estudiantes clasificados en nivel Sobresaliente en la categoría 3, según la gráfica 1. Además, una parte del grupo logra diferenciar adecuadamente entre los diagramas de Latimer y Frost y relacionar la estabilidad con parámetros energéticos, lo que sugiere un manejo más profundo del lenguaje y los fundamentos termodinámicos involucrados en los fenómenos redox.



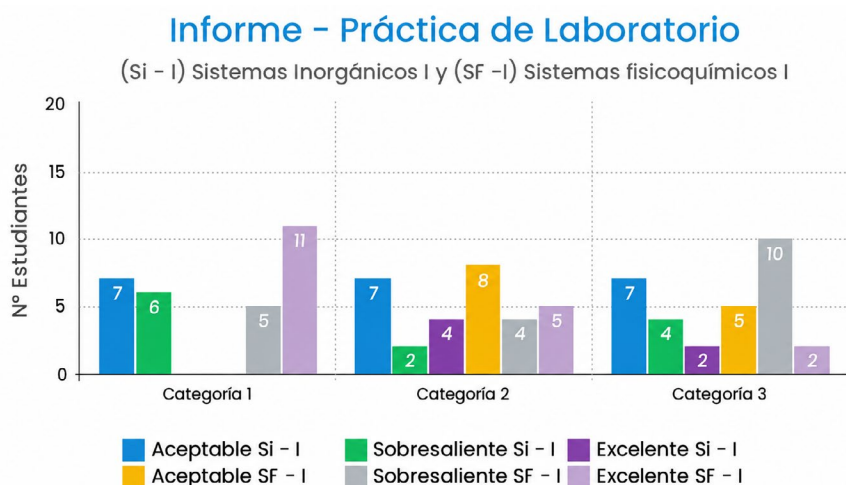
Gráfica 1. Resultados consolidados de la prueba diagnóstica por categoría

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica 1, la categoría 1, que evalúa la comprensión crítica del fenómeno de la corrosión y su contextualización, es la que se encuentra menos desarrollada, especialmente en el grupo de SF-I, donde 14 estudiantes se ubicaron en el nivel Aceptable y ninguno en Excelente, lo cual indica que la mayoría de los estudiantes aún no logra establecer conexiones significativas entre los conceptos de corrosión y las situaciones reales propuestas. Por otro lado, para la categoría 2, relacionada con la interpretación de los diagramas de Latimer y Frost, se observa una distribución heterogénea en ambos grupos, siendo SF-I el que muestra una distribución más homogénea para las valoraciones alcanzadas, incluyendo 8 estudiantes en Sobresaliente, lo cual sugiere que este grupo de estudiantes

tienen conocimientos previos o aproximaciones conceptuales con estos recursos gráficos, aunque posiblemente con un enfoque más técnico que crítico. Por último, para la categoría 3, que implica el uso de los diagramas para predecir comportamientos y proponer soluciones fundamentadas, el grupo de SF-I muestra un mayor dominio, al encontrarse que 10 profesores de Química en formación se ubicaron en Sobresaliente, a diferencia del grupo SI-I, en el cual solo dos estuvieron en ese nivel. Este contraste sugiere que los participantes de SF-I tienen una mayor capacidad para integrar la interpretación de datos con la solución del problema planteado en la prueba, lo cual es clave para el desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico en situaciones complejas como la corrosión.

Con relación al trabajo práctico de laboratorio (TPL), corrosión



Gráfica 2. Resultados consolidados del informe del TPL, por categoría

Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 2 se muestra un fortalecimiento en el desarrollo de la habilidad, tras la implementación del TPL. En comparación con los resultados de la prueba diagnóstica, se observa que para las tres categorías evaluadas, los profesores de Química en formación se encuentran ahora en la valoración Excelente, especialmente en el grupo de SF-I, donde se destaca que 11 se ubican en Excelente en la categoría 1, lo que se atribuye al trabajo en equipo, y 10 en Sobresaliente en la categoría 3. Un grupo de profesores en formación explica que

Desde el punto de vista termodinámico, se puede plantear que, de acuerdo con los valores de potencial de reducción estándar, la reacción es espontánea porque su energía de Gibbs es menor a cero ($\Delta G^\circ < 0$) teniendo en cuenta la relación entre ΔG y el potencial estándar de la celda ΔE , además, otra forma de predecir el comportamiento de los electrodos, es a través de los diagramas de Frost, ya que estos nos indican si una especie tiende a reducirse o a oxidarse dependiendo de la disposición de la pendiente entre especies.

Esta respuesta sugiere que la experiencia en el laboratorio permitió a los estudiantes de este grupo relacionar los conceptos teóricos con los fenómenos observados, interpretar con mayor profundidad los cambios redox y justificar la corrosión con base en los diagramas y las condiciones experimentales. Ahora bien, para el grupo

de SI-I, aunque 7 profesores en formación se mantuvieron en Aceptable, en las tres categorías, también se observa un avance, con 4 y 2 en Excelente en las categorías 2 y 3, respectivamente, lo que indica un proceso de apropiación progresiva de los conceptos.

Los informes revisados confirman estos avances: los profesores de Química en formación de ambos grupos, pero especialmente el de SF-I, reconocen variables relevantes como el PER, el tipo de metal y los efectos del ambiente, como por ejemplo cuando un grupo menciona

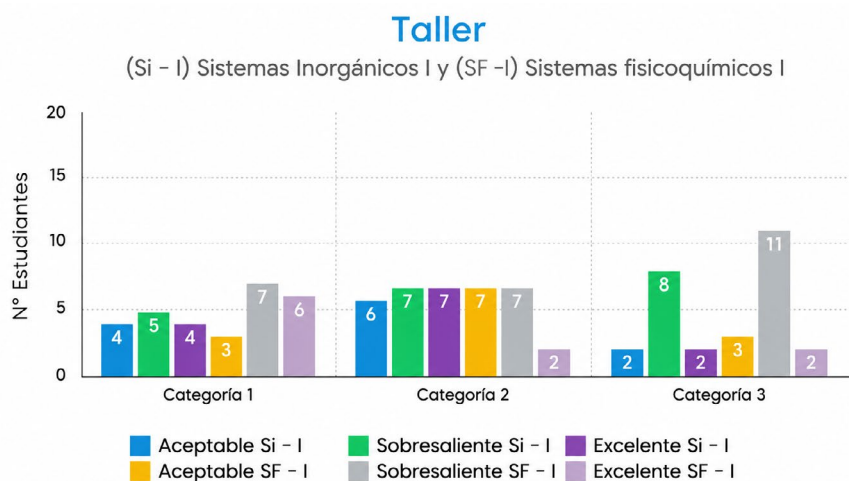
Cabe aclarar que el diagrama de Frost representa gráficamente la estabilidad relativa de diferentes estados de oxidación de una especie química, dependiendo del medio en el que se encuentre. De este modo, este diagrama ayuda a predecir la espontaneidad de las reacciones de tipo redox.

Esto muestra que logran relacionarlos con los cambios visuales observados durante la práctica. Ambos grupos comprenden qué especie se oxida o reduce y logran justificar los procesos con base en los diagramas de Latimer y Frost, lo que refleja un mejor uso del lenguaje científico, al plantear las ecuaciones químicas implicadas en las celdas de corrosión, identificar los electrodos y reconocer las propiedades químicas de los diferentes electrolitos. También se identifican explicaciones sobre el impacto de factores como la salinidad y el tipo de metal

en la velocidad de corrosión. Sin embargo, para el grupo de SI-I persisten dificultades para justificar completamente las propuestas o relacionarlas de forma coherente con las variables experimentales con los datos termodinámicos. En síntesis, los datos muestran que la actividad experimental facilitó la

comprensión de los procesos de corrosión desde una perspectiva científica aplicada, lo que permitió a los participantes progresar en su habilidad crítica y propositiva, especialmente al enfrentarse a situaciones contextualizadas y basadas en la observación directa.

Con relación al taller en donde se abordaron siete contextos asociados a la corrosión



Gráfica 3. Resultados consolidados del taller, por categoría

Fuente: elaboración propia.

Los resultados consolidados en la gráfica 3, a partir del taller aplicado permiten identificar diferencias relevantes entre los dos espacios en cuanto al desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico, solución de problemas. Como se puede apreciar en la gráfica 3 para la categoría 1, relacionada con el análisis del fenómeno de corrosión en contextos reales, 6 profesores de Química en formación del grupo de SF-I se ubicaron en Excelente en comparación con los 4 estudiantes del grupo de SI-I.

Este hallazgo indica una mejor apropiación del fenómeno contextualizado y su explicación con términos químicos por parte de los estudiantes de SF-I. Con respecto al grupo de SI-I se evidencia que describen el fenómeno sin una comprensión fundamentada o sin integrar adecuadamente los conceptos involucrados; por ejemplo, uno de los grupos mencionó que

Es mejor disolverlo como ion dado que este presenta valores menores en

($\Delta G^\circ/F$) y teniendo en cuenta esto, es mejor buscar siempre las especies más estables en ese estado de oxidación; evaluando así mismo las condiciones ambientales para determinar qué tipo de ion usar reconociendo que el uso de vanadio metálico resultaría perjudicial si no se estudia antes el medio.

Esto permite interpretar que los estudiantes comprenden el concepto de la energía de Gibbs y de estabilidad, sin embargo, no logran relacionarlo con la información presentada en los diagramas de Latimer y Frost, mientras que en SF-I la mayoría logra interpretar el problema.

Para la categoría 2, centrada en la interpretación de los diagramas de Latimer y Frost, ambos grupos mostraron avances hacia valoraciones en Sobresaliente y Excelente. No obstante, aún se encuentran dificultades en 9 grupos para justificar plenamente las tendencias redox y distinguir entre dismutación y coproporción. A pesar de esto, es destacable que en ambos espacios los profesores de Química en formación son capaces de establecer interpretaciones razonables desde los diagramas, lo que indica un buen dominio de la representación y análisis de especies químicas en términos redox.

Finalmente, en la categoría 3, que evalúa la capacidad de proponer soluciones fundamentadas a partir de los datos interpretados, se observa que para los dos grupos la mayoría de los profesores en

formación alcanzan la valoración Sobresaliente, 12 y 8 para los grupos de SF-I y SI-I, respectivamente. Las respuestas muestran que, si bien los profesores de Química en formación de ambos grupos pueden interpretar los diagramas y comprender el comportamiento redox de las especies, en SF-I existe una mayor capacidad para relacionar estos conocimientos con la formulación de estrategias viables y bien justificadas para mitigar la corrosión. Prueba de ello es la respuesta de uno de los grupos de trabajo que respondió

A partir del diagrama de Frost y de la literatura se obtiene que es más favorable que el titanio se disuelva como ion a mantenerse como metal, ya que posee una (Montero, 2016) alta afinidad con el oxígeno gaseoso haciendo que reaccione elevadamente lo que hace que se contamine con otros materiales al contacto y por esta razón el titanio suele formar una capa superficial de óxido de forma rápida (forma una capa pasiva de TiO_2), que otorga al material de una característica impermeable y protectora, que evita el continuo deterioro a formas solubles.

Esto puede atribuirse a una mayor familiaridad con el enfoque termodinámico aplicado a problemas reales, así como a la interpretación de los diagramas de Latimer y Frost para comprender el proceso de la corrosión al que se enfrentan, lo cual refleja el desarrollo de un pensamiento crítico más consistente en este grupo.

Conclusiones

La construcción e interpretación de los diagramas de Latimer y Frost favoreció significativamente el desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico, solución de problemas en los profesores de Química en formación, especialmente cuando se trabaja a partir de situaciones contextualizadas al fenómeno de la corrosión. A lo largo de las actividades propuestas, los profesores en formación mostraron progresos en su capacidad para analizar fenómenos reales, interpretar datos termodinámicos y formular respuestas argumentadas y coherentes con base en las representaciones gráficas de las tendencias redox de las especies. Este desarrollo se observó con mayor claridad en el grupo de SF-I, que alcanzó niveles de desempeño superiores en las tres categorías evaluadas, lo que refleja un dominio en la articulación entre teoría, representación gráfica y análisis contextual.

Por otro lado, aunque el grupo de SI-I mostró avances a lo largo de los tres instrumentos aplicados, sus respuestas revelaron una comprensión parcial del fenómeno, con dificultades persistentes para integrar de manera argumentada conceptos como potencial estándar de reducción, energía de Gibbs y estabilidad química en las condiciones reales planteadas. Sin embargo, ambos grupos lograron interpretar los diagramas y reconocer su utilidad para comprender las tendencias redox; esto demostró que la mediación con diagramas

de Latimer y Frost, al estar vinculada a contextos reales de corrosión, no solo permite una apropiación conceptual, sino que también estimula en los futuros docentes una actitud científica reflexiva y propositiva, fundamental para su ejercicio profesional.

Además, se identificó que las estrategias de solución de problemas que emplean los profesores en formación parten del reconocimiento del contexto de la corrosión, al caracterizar el agente y los ambientes corrosivos (salinidad, efecto del pH); al establecer relaciones significativas al interpretar y construir los diagramas para predecir el comportamiento redox, la estabilidad, reactividad y predominancia de un metal en un determinado ambiente y al proponer soluciones fundamentadas para la mitigación del fenómeno de la corrosión desde estas estrategias.

Referencias

- Albertos, D. (2015). Diseño, aplicación y evaluación de un programa educativo basado en la competencia científica para el desarrollo del pensamiento crítico en alumnos de educación secundaria [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Madrid]. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/668574/albertos_gomez_daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bezanilla, M. J., Poblete, M., Fernández, D., Arranz, S. y Campo, L. (2018). El pensamiento crítico desde la perspectiva

de los docentes universitarios. *Estudios Pedagógicos XLIV*, 44(1), 89-113. <https://www.scielo.cl/pdf/estped/v44n1/0718-0705-estped-44-01-00089.pdf>

Bilbao, A., González, X., Barandiaran, M., Barrenetxea, M., Cardona, A. y Mijangos, J. J. (2021). *Aprendizaje basado en retos: Menú sostenible*. *Conference Proceedings Civinedu*. 108-114. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8362919>

Halpern, D. (2006). Halpern critical thinking assessment using everyday situations: Background and scoring standards (2 Report). [manuscrito inédito]. Claremont McKenna College. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F10940-000>