

Leitura e interpretação de gráficos de solubilidade de sais em uma intervenção no Ensino Médio: potencialidades para o Ensino de Química

Reading and Interpreting Salt Solubility Graphs in a High School Intervention: Potential for Teaching Chemistry

Lectura e interpretación de gráficos de solubilidad de sales en una intervención en la escuela secundaria: potencial para la enseñanza de la química

Robson Fágner Ramos de Araújo (robson.ramos.araujo@hotmail.com)

Universidade Federal do Sergipe – UFS, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-7155-6706>

Ivanete Batista dos Santos (ivanetebs@uol.com.br)

Universidade Federal do Sergipe – UFS, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-6984-3661>

Resumo

Neste artigo são apresentados os resultados de uma pesquisa que teve por objetivo analisar os níveis de compreensão das habilidades de leitura e interpretação de gráfico sobre curvas de solubilidade de sais em água no conteúdo de soluções aquosas, numa turma de 2º ano de Ensino Médio no componente curricular de Química. Foi realizada uma pesquisa qualitativa numa perspectiva da pesquisa-ação, por meio de uma intervenção pedagógica para identificar os três níveis de compreensão de gráficos propostos por Curcio (1989), envolvendo vinte e dois estudantes. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário composto por 8 (oito) perguntas sobre leitura e interpretação gráfica. Em termos de resultados, foi identificado que, durante as atividades individuais, os estudantes demonstraram dificuldades para identificar as informações solicitadas, especialmente em relação à capacidade de “ler os dados” e “ler entre os dados”. Já nas atividades em grupo para elaboração do plano estratégico, foi constatado um avanço para o nível “ler além dos dados”, após o processo interativo dialógico com troca de informações favorecendo a construção de etapas para leitura e interpretação de gráficos que representam a solubilidade de sais em água.

Palavras-chave: Gráfico de solubilidade; Soluções aquosas; Ensino de Química.

Abstract

This article presents the results of a study that aimed to analyze the levels of understanding of reading and interpretation skills of graphs on solubility curves of salts in water in the content of aqueous solutions, in a 2nd-year high school class in the Chemistry curricular component. A qualitative study was conducted from an action

research perspective, through a pedagogical intervention to identify the three levels of understanding of graphs proposed by Curcio (1989), involving twenty-two students. Data collection was performed through a questionnaire consisting of 8 (eight) questions about reading and graphic interpretation. In terms of results, it was identified that, during individual activities, students demonstrated difficulties in identifying the requested information, especially in relation to the ability to "read the data" and "read between the data". In group activities for the elaboration of a strategic plan, an advance was observed towards the level of "reading beyond the data", after the interactive dialogic process with the exchange of information favoring the construction of stages for reading and interpreting graphs that represent the solubility of salts in water.

Keywords: Solubility graph; Aqueous solutions; Chemistry teaching.

Resumen

En este artículo se presentan los resultados de un estudio cuyo objetivo analizar los niveles de comprensión de las habilidades de lectura e interpretación de gráficos sobre las curvas de solubilidad de sales en agua en el contenido de soluciones acuosas, en una clase de 2.º año de secundaria del componente curricular de Química. Se realizó un estudio cualitativo desde una perspectiva de investigación-acción, mediante una intervención pedagógica para identificar los tres niveles de comprensión de gráficos propuestos por Curcio (1989), con veintidós estudiantes. La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario compuesto por ocho preguntas sobre lectura e interpretación de gráficos. En cuanto a los resultados, se identificó que, durante las actividades individuales, los estudiantes demostraron dificultades para identificar la información solicitada, especialmente en relación con la capacidad de "leer los datos" y "leer entre los datos". En las actividades grupales para la elaboración del plan estratégico, se observó un avance hacia el nivel de "leer más allá de los datos", tras el proceso dialógico interactivo con intercambio de información que favoreció la construcción de etapas para la lectura e interpretación de gráficos que representan la solubilidad de las sales en agua.

Palabras-clave: Grafico de solubilidad; Soluciones acuosas; Enseñanza de Química.

INTRODUÇÃO

A presença de gráficos no processo de ensino e aprendizagem, por meio de atividades didático-pedagógicas, permite que os estudantes desenvolvam habilidades de leitura e interpretação de gráficos no contexto escolar. Nesse viés, Flores (2004) destaca a importância dos conteúdos no qual os gráficos são apresentados como ferramentas didáticas para promover a construção do conhecimento e compreensão das relações complexas entre variáveis, facilitando o entendimento e análise de dados.

Apesar dessa importância, os estudantes apresentam dificuldades, como apontado por García e Palacios (2007), confundindo características topológicas dos fenômenos de contextos reais com as características correspondentes em suas representações gráficas. Segundo os autores, os estudantes apresentam limitações na identificação das variáveis, em estabelecer relações entre variáveis, à falta de elaboração de conclusões, explicações e formulação de previsões baseadas nas informações gráficas.

Nesse sentido, para a superação destas dificuldades segundo Lopes (2008),

É preciso analisar/relacionar criticamente os dados apresentados, questionando/ponderando até mesmo a sua veracidade. Assim, como não é suficiente ao aluno desenvolver a capacidade de organizar e representar uma coleção de dados, faz necessário interpretar e comparar esses dados para tirar conclusão (Lopes, 2008, p. 60-61).

Assim, a inserção de atividades didático-pedagógicas em sala de aula, deve-se ocorrer de maneira contínua para construir habilidades que envolvam leitura e interpretação de mecanismos e/ou procedimentos de veracidade dos dados que possam extrapolar as informações contidas neles (Lopes, 2008). Segundo Lima e Selva (2013), as atividades com gráficos em sala de aula, dever ser planejadas de modo a explorem situações-problema do cotidiano promovendo o desenvolvimento pleno dos estudantes.

A partir desse entendimento, a promoção de habilidades pode ser considerada como ponto central na construção de conhecimento científica sobre os conteúdos químicos no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, o presente artigo apresenta o resultado de uma pesquisa que teve por objetivo analisar os níveis de compreensão das habilidades de leitura e interpretação de gráfico sobre curvas de solubilidade de sais em água no conteúdo de soluções aquosas, numa turma de 2º ano de Ensino Médio no componente curricular de Química.

Partindo do pressuposto de que a aprendizagem é um processo contínuo, este estudo se justifica pela necessidade de utilizar gráficos no ensino de Química, por meio de estratégia didático-pedagógica que possibilita a compreensão, análise e interpretação de conceitos químicos. Comtemplando sua importância e desenvolvendo de habilidades essenciais para a prática científica e não científicos dos estudantes, especialmente no contexto de solubilidade de sais em água.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção de conhecimento no espaço escolar, por meio de conceitos estruturantes influencia o desenvolvimento dos estudantes para o exercício da cidadania. Essa construção está vinculada ao componente curricular de Química que permite no decorrer do processo de ensino e aprendizagem desenvolver uma leitura de mundo no qual estão inseridos.

Essa construção de conhecimento químico está intrinsecamente relacionada com conceitos da área da Matemática, uma vez que “[...] a linguagem matemática passa a ser estruturante do pensamento científico, permitindo organizar o conhecimento” (Pietrocola, 2010, p.90). Dessa forma, essa relação pode-se denominar de “circuito retroativo”, devido a essa contribuição mútua, criando o saber e as interconexões para a aprendizagem (Morin, 2000).

Nesse viés, para a aprendizagem de conceitos químicos, discute-se o desenvolvimento de habilidades no processo de leitura e interpretação de gráficos que possibilitam as discussões sobre a construção de atividades de ensino, pautando-se sobre a solubilidade de sais em água em função da temperatura. Segundo Jesus, Fernandes e Leite, (2013), a aprendizagem dos estudantes a partir de atividade didático-pedagógica com gráficos,

[...] depende das tarefas de construção de gráficos (para representar dados) e de leitura e interpretação de gráficos (já construídos), quer no que respeita ao tipo de gráfico quer no que se refere ao modo como as referidas tarefas são apresentadas ao aluno (Jesus; Fernandes; Leite, 2013, p.147).

Como posto, a forma de trabalhar com os estudantes com a atualização de gráficos, torna-se um processo fundamental, necessitando que os pares envolvidos durante esses processos compreendam que os gráficos “[...] providenciam um meio de comunicação e classificação de dados” (Curcio, 1989, p. 1). Como também, que os estudantes apresentam dificuldades para compreender essa linguagem química, amplamente utilizada nas discussões em diversos conteúdos da química.

Assim, compreender o conceito de solubilidade cientificamente “exige que o aluno reorganize suas concepções” (Carmo; Marcondes, 2008), para que o nível de representação gráfica consiga evoluir do menos complexo para mais complexo.

É preciso compreender, que o processo de ensinar através da utilização de gráficos, apesar de envolver a leitura e interpretação necessária para a construção de conhecimento, a compreensão de gráficos não envolve apenas esses processos, mas também, fatores como a construção e escolha do gráfico, em que os aspectos gráficos precisam ser capazes de influenciar a compreensão dos dados (Friel; Curcio; Bright, 2001).

Nesse caso, o planejamento de atividades didático-pedagógicas de ensino a serem inseridas em sala de aula necessita ser pensado para a superação das dificuldades de aprendizagem em Química como um processo de significação, ou seja, a (re)construção de significados relacionados à compreensão da linguagem química imersa em contextos interativos, por meio de gráficos que representam a solubilidade de sais em água.

Nessa perspectiva, os estudantes devem estar imersos em situações que lhes permitam analisar gráficos que mostram a variação da solubilidade de sais em função da temperatura, o que pode ajudar a compreender melhor como a solubilidade é afetada pela temperatura e a entender o conceito químico, desenvolvendo uma reflexão teórico-conceitual.

Além disso, podem ser escolhidos gráficos para comparar a solubilidade de diferentes sais em uma temperatura específica, ajudando os estudantes a entender como a solubilidade de sais em água sofre mudanças em função da temperatura e como pode ser utilizada para prever a solubilidade de sais em diferentes temperaturas.

As propostas necessitam ser pensadas para que seja construída levando em consideração os aspectos teóricos de Curcio (1989) que coloca a existência de três níveis de compreensão de um gráfico. Segundo o referido autor é necessário primeiramente, ler os dados, em seguida, ler entre os dados; e por fim, ler além dos dados. No primeiro nível, é essencial que o leitor realize uma interpretação literal do gráfico, analisando os dados representados.

No primeiro nível, segundo Curcio (1989) o objetivo é compreender a escala e unidades de medida dos gráficos, sem interpretação adicional em que o estudante deve entender a representação numérica e unidades de medida. Isso inclui a interpretação e integração dos dados do gráfico; requer habilidades para comparar quantidades e o uso de outros conceitos e habilidades matemáticas.

Em relação ao segundo nível, o estudante deve interpretar e organizar a informação fornecida pelos dados identificando relações matemáticas e tendências, em que o estudante possa integrar as informações, reconheça padrões e estabeleça conexões lógicas (Curcio, 1989).

Já o terceiro nível, pressupõe que o estudante, ao ler a informação do gráfico, deve interpretar com profundidade, inferindo informações adicionais e aplicando conhecimento prévio relevante fazendo inferências baseadas nos dados e integre conhecimento prévio para compreender o gráfico (Curcio, 1989).

De acordo com, o autor é neste nível, que o estudante deve responder questões que exigem inferências, extrapolando e predizendo informações implícitas utilizando-se de dados para fazer previsões, inferências e extrapolações sobre os dados para resolver problemas.

Como, os gráficos estão presentes em textos científicos e não científicos, o que mostra sua importância e a necessidade de entendê-los. Certamente o entendimento desses gráficos poderá auxiliar os estudantes a resolverem problemas nas aulas de Química. Santos *et al.*, (2016), reforçam a necessidade da inserção de metodologia de ensino e aprendizagem em Química que apresente um conjunto de ações para possibilitar e dinamizar, dando essência e significado ao conteúdo químico, previsto na proposta curriculares.

METODOLOGIA

Com o intuito de examinar quais os níveis de compreensão das habilidades de leitura e interpretação de gráfico sobre curvas de solubilidade de sais em água no conteúdo de soluções aquosas, realizou-se uma pesquisa de natureza qualitativa. Nesse sentido, uma pesquisa de natureza qualitativa,

[...] analisa os conceitos e definições metodológicas referentes à pesquisa qualitativa como um norte e à macro interpretação científica mediante um universo investigativo auferido pelo levantamento de dados e experimentos que incidirão numa concepção fundamentalista do objeto pesquisado (Creswell, 2014, p. 15).

Apoiando-se numa delimitação metodológica pautada na pesquisa-ação, conforme Creswell (2014) uma vez que combina ação e investigação para resolver problemas práticos, envolvendo colaboração entre os participantes para entender e transformar a realidade na promoção do processo contínuo de ação e reflexão.

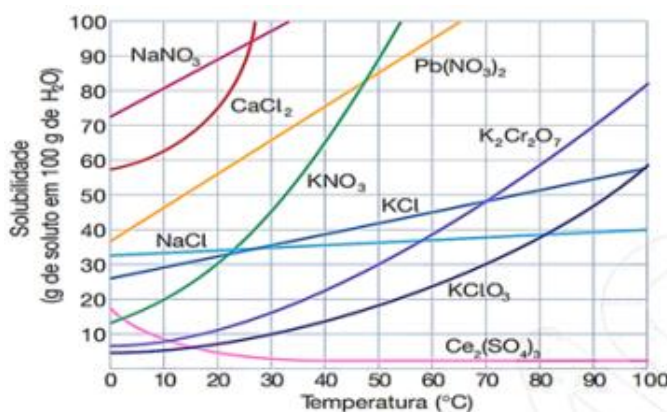
Os sujeitos da pesquisa foram 22 (vinte e dois) estudantes na faixa etária entre 14 a 16 (dezesesseis) de anos matriculados no 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Cidadã Integral, localizadas na 11ª Gerência Regional de Educação (GRE) da Rede Estadual do Estado da Paraíba na cidade de Água Branca – PB.

O percurso metodológico para a atividade em sala de aula, foram com base nas seguintes etapas complementares: Primeiramente, os estudantes analisaram um gráfico de linhas, onde observaram as curvas de solubilidade (g de soluto em 100g de H₂O) de alguns compostos inorgânicos, em função da temperatura (°C) a 1 atm.

Em seguida, foi aplicado um questionário construído pelo pesquisador aos estudantes, contendo oito perguntas dissertativas relacionadas os níveis de leitura segundo Curcio (1989) para coleta e análise dos dados, conforme, quadro 1.

Quadro 1 – Questionário com base nos níveis de leitura e interpretação de gráficos.

Observe, a figura abaixo que mostra a curva de solubilidade em água de alguns sais para responder os itens de 1 a 8.



Fonte: BROWN, T. L. et al. Chemistry: the Central Science . 14. ed. Nova York: Pearson, 2018.	
Figura 1 – Curva de solubilidade em água de alguns sais, a 1 atm.	
Questões	
Q1	Você entendeu o propósito do gráfico acima? () Sim () Não. Se você respondeu sim, justifique explicando qual é o propósito do gráfico.
Q2	Você consegue, compreenda a(s) variável(is) (grandezas) apresentada(s) no gráfico. () Sim () Não. Se você respondeu sim, justifique explicando qual(is) grandeza(s) foi ou foram encontrada(s) no gráfico.
Q3	Com base, na(s) variável(is) citada(s) no item 2, qual(is) a(s) unidade(s) de medida(s) desta(s) variável(is)?
Q4	Você consegue identificar os pontos onde o gráfico cruza o eixo das ordenadas (m_1) e abscissas (T). () Sim () Não. Se você respondeu sim, justifique explicando com base nos dados do gráfico o que significa(m) esse(s) ponto(s).
Q5	Analisando a(s) variável(is) no gráfico, qual(is) a(s) variável(is) são dependente(s) e independente(s). Explique a(s) variável(s) dependente(s).
Q6	Consegue verificar a(s) tendência(s) da(s) curva(s) de solubilidade (soluto) em função da variável (T). () Sim () Não. Se você respondeu sim, justifique explicando com base nos dados do gráfico o que significa essa(s) tendência(s) em relação às substâncias.
Q7	Com base no gráfico é necessário interpretar os dados de forma isolada e/ou em conjunto para sua compreensão?. Justifique sua resposta dando exemplo.
Q8	Com base nas respostas dos itens 1 a 7 elabore um plano estratégico de leitura e interpretação do gráfico cartesiano sobre curva de solubilidade em água de sais.

Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

A validação do questionário seguiu os princípios éticos, mediante apreciação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe e aprovado pelo com o parecer consubstanciado de número CAAE 72870223.0.0000.5546. Posteriormente, solicitou-se a formação de 6 (seis) grupos, para que os estudantes elaborassem um plano estratégico de leitura e interpretação de gráficos cartesianos, com foco nas curvas de solubilidade em água de alguns sais.

Nessa pesquisa, os dados qualitativos obtidos foram analisados levando em consideração os fragmentos textuais analisados, com base nas categorias da (Tabela 1) elaboradas utilizando-se os níveis de compreensão de gráficos, proposto por Curcio (1989), por meio da análise de conteúdo segundo Bardin (2011).

Em relação à análise dos dados de natureza quantitativa, utilizou-se a estatística descritiva (Feijoo, 2010). Sendo possível examinar em qual nível de compreensão os estudantes em relação ao gráfico se encontram, desde as habilidades em “ler os dados”

até uma análise mais profunda e interpretativa de “ler para além dos dados”. Para melhor identificação dos sujeitos, utilizou-se a codificação específica “E” (estudante) seguida de numeração (1 – 22) e “G” para grupos (1 – 6), permitindo a identificação, apresentação e discussões dos resultados, a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As discussões foram elaboradas a partir de três categorias, que corresponder os níveis de leitura. Na categoria (C1), discute-se a identificação das informações explícitas no reconhecimento e compreensão e significados dos dados. Na segunda categoria (C3), analisa-se as interpretações dos dados identificando relações entre variáveis por meio dos padrões e tendências. Na terceira categoria (C3) descreve-se a análise na perspectiva crítica das informações que vai além dos dados apresentados, refletindo sobre suas implicações e práticas, conforme, quadro 2.

Quadro 2 – Categorias e critérios das respostas do questionário.

Categorias	Crítérios	Questões
C1 – Leitura literal dos dados	Identificação das informações explícitas, reconhecendo os dados e compreensão dos seus significados.	1 a 3
C2 – Interpretação dos dados	Interpretação dos dados identificando relações entre variáveis estabelecendo padrões e tendências.	4 a 6
C3 – Análise crítica dos dados	Análise crítica das informações além dos dados apresentados, refletindo sobre as implicações e práticas.	7 e 8

Fonte: elaborado com base nos níveis de compreensão gráfica de Curcio, 1989.

Assim, analisou-se os resultados da categoria (C1) a partir de três questões relacionadas com a leitura dos dados correspondente ao primeiro nível. Solicitando na (Q1), se os estudantes entendiam o propósito do gráfico e justifica-se seu entendimento.

Ao analisar as respostas, observou-se que 77,3% dos estudantes demonstraram compreensão adequada do objetivo do gráfico. Isso fica evidenciado nos argumentos de acordo como o (E10) “o propósito do gráfico é mostrar a curva de solubilidade em água de alguns sais, a 1 atm, e que com o aumento da temperatura pode aumentar ou diminuir a solubilidade”.

Por outro lado, observa-se que 22,7% demonstram um distanciamento significativo em relação a “ler os dados” em relação à interpretação gráfica após a leitura, como destacado pelos estudantes (E8) “mostrar a solubilidade das variáveis”, e “demonstra o grau de massa de um corpo” (E19).

Nesse sentido, na (Q2), indagou-se aos estudantes se compreendiam as variáveis (grandezas) apresentadas no gráfico. Os resultados revelaram que 63,6% dos respondentes afirmaram compreender corretamente as variáveis, enquanto 31,8% não conseguiram interpretar as informações.

Para aprofundar essa análise, solicitou-se que os estudantes especificassem quais grandezas foram identificadas no gráfico. Destacam-se respostas como, a “massa e temperatura” (E14) e a “temperatura e solubilidade” (E9). Por outro lado, entendimento como exposto pelo (E12), “as grandezas de massa são NaNO_3 , CaCl_2 (...) e de temperatura são $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (...)”, demonstra dificuldade em representar corretamente quais são as grandezas físicas representadas.

De acordo com Pozo e Gómez Crespo (2009), o estudo de soluções aquosas pode gerar dificuldade de aprendizagem dos estudantes, especialmente quando é necessário calcular, interpretar ou comparar informações sobre soluções. Isso se deve principalmente às variáveis presentes nesse tipo de problema.

Ainda de acordo com, os autores essas relações de proporcionalidade causam grandes dificuldades aos estudantes e podem representar verdadeiros obstáculos à aprendizagem, especialmente no estudo de soluções, onde é necessário calcular, interpretar ou comparar grandezas físicas, como também sua relação com as concentrações.

Assim, constata-se, a partir do que está posto, que apesar de apresentarem relações entre grandezas, não mostram clareza conceitual sobre o que são grandezas físicas, demonstrando dificuldades no conhecimento do conteúdo, como “quando aumenta a temperatura, aumenta também a solubilidade, (...) e alguns diminuem por causa da temperatura” (E1).

Dando continuidade com as análises do questionário, a fim de compreender melhor o entendimento sobre grandezas e suas respectivas unidades, solicitou-se na “Q3” que os estudantes identificassem as unidades de medida das variáveis citadas. Verificando a existência de uma confusão em relacionar as grandezas presentes no gráfico com suas respectivas unidades de medida, sendo apresentadas como “grama e temperatura” (E6), como também na percepção do (E4) “graus e grama”.

Pelas informações contidas no fragmento anterior, observa-se que os demais estudantes enfrentaram dificuldades em interpretar corretamente as grandezas físicas (massa e temperatura) e suas respectivas unidades de medida, o que prejudica significativamente sua capacidade de extrair informações necessárias para resolver problemas relacionados a soluções aquosas.

Verifica-se, a partir destas evidências, que os estudantes apresentam limitações para explicar e compreender a solubilidade das substâncias, bem como pouca habilidade em operacionalizar variáveis durante a resolução de problemas, tais como decodificar tabelas e realizar cálculos matemáticos, entre outros, conforme destacado por Ferreira (2015).

As dificuldades teórico-conceituais relacionadas às grandezas físicas e suas respectivas unidades de medida. Ferreira (2015) enfatiza a necessidade de conhecer essas dificuldades relacionadas aos estudantes que não conseguem aprender, pois isso traz implicações importantes para as orientações do professor no desenvolvimento do planejamento didático para o ensino dos conceitos químicos.

Através destas percepções, pode-se, inferir uma necessidade teórico-conceitual que necessita ser abordada de forma mais aprofundada em sala de aula, durante a formação de conceitos sobre solubilidade das substâncias. Nesse contexto, constataram-se pelas análises que os estudantes apresentaram limitações em identificar informações explícitas, como a leitura do título, a identificação das unidades de medida e a localização de valores.

Portanto, constata-se, pelo que está posto que os estudantes apresentam uma leitura restrita, sem uma análise crítica das informações apresentadas, indicando uma

necessidade de desenvolvimento das habilidades de leitura e interpretação de gráficos, conforme o entendimento de Curcio (1989).

Na categoria (C2) traz consigo espectros pautados na interpretação dos dados pelos estudantes, assim, quando questionados na (Q4), se conseguiam identificar os pontos onde o gráfico cruza o eixo das ordenadas (massa de soluto) e abscissas (Temperatura) e caso fosse positiva explica-se o significado desses pontos.

Nesse viés, o foco era identificar os pontos de intersecção entre a massa de soluto em grama por 100 gramas de água em função da variação da temperatura em graus célsius, onde esses pontos encontrados representam o coeficiente de solubilidade de sais em água. Como postos, essa análise possibilita o reconhecimento a partir do gráfico os tipos de solução, insaturada, saturada, saturada com corpo de fundo e supersaturada.

Pelo exposto, nota-se que 81,80% dos estudantes afirmaram que conseguiam identificar os pontos onde o gráfico cruza os eixos. Entretanto, apesar dessas afirmações, ficaram evidenciados nas justificativas que 50% dos estudantes não conseguiram atribuir significados corretos relacionados à (Q4). Apesar dessas constatações, observa-se nas concepções, que os pontos de interseção,

“representa o ponto de solubilidade quando ela é atingida” (E13).

“os momentos e condições em que a substância em questão atingiu a solubilidade” (E14).

“Quando atinge o ponto de solubilidade em uma variação de temperatura” (E7).

Na (Q5), solicitava que os estudantes pudessem identificar as variáveis dependentes e independentes. Por meio, da análise foi possível identificar que 7 (sete) estudantes conseguiram, mesmo de forma parcial, identificar a variável dependente, respondendo que,

“a variável dependente é aquela que depende da variação da massa e temperatura, pois conforme uma dessas variáveis muda, o ponto de solubilidade também muda” (E13).

“a solubilidade depende da temperatura” (E21).

Posteriormente, na (Q6), os estudantes foram solicitados a analisar as tendências das curvas de solubilidade em função da variável temperatura ($T^{\circ}\text{C}$). Observa-se, nos resultados obtidos que 77,30% dos estudantes afirmaram ter identificado corretamente as tendências.

No entanto, na análise detalhada das respostas escritas revelou que apenas 3 (três) estudantes conseguiram interpretar as tendências, como exemplificado pelo argumento, “elas têm tendência a subir ou descer conforme a temperatura” (E3).

Dessa forma, compreender as concepções apresentadas pelos estudantes tem possibilitado identificar erros conceituais, bem como as dificuldades de aprendizagem. De acordo com Ferreira (2015), essas dificuldades de aprendizagem dos conceitos e habilidades manifestam-se nas variadas concepções dos estudantes e nos erros cometidos na resolução de problemas. Assim, esses resultados sugerem que os estudantes apresentam dificuldades nas habilidades de analisar e interpretar os dados em gráficos, conforme destacado por Curcio (1989).

A categoria (C3) de análise crítica dos dados os estudantes se debruçaram na (Q7), que questionava a necessidade de interpretar os dados de forma isolada ou em conjunto para resolver problemas. Observou-se que 50% dos estudantes defenderam a interpretação conjunta, argumentando que essa abordagem proporciona uma compreensão mais ampla, como evidenciada pelas falas,

“em conjunto para ter uma maior compreensão” (E3).

“em conjunto, pois é difícil compreender como ele atingir tal ponto sem sua complementação, assim como no coeficiente de solubilidade” (E14).

“em conjunto, para maior compreensão, observa-se a variação da temperatura de acordo com a variação da solubilidade” (E3).

Apenas um estudante defendeu a interpretação isolada, alegando que “existem várias formas presentes nas variações, como a massa” E6. Embora solicitados, nenhum estudante forneceu exemplos concretos para ilustrar suas respostas. Pelas análises, pode-se inferir a existência de variações de significados em relação à concordância que envolve as questões afirmativas com as respectivas justificativas textuais pelos estudantes.

Posto isso, constata-se a necessidade de atividades didático-pedagógicas no ensino de Química para a formação de habilidades em leitura e interpretação de gráficos cartesianos, a fim de subsidiar a construção de conhecimentos químicos que envolvem a solubilidade de sais em água.

Verificam-se, portanto, mais uma vez as dificuldades em “ler entre os dados”, em identificar corretamente as variáveis e suas relações, como temperatura, massa e solubilidade, bem como as unidades de medidas. Desse modo, corrobora para pouco reconhecimento das tendências da curva de solubilidade, demonstrando limitações na capacidade de analisar padrões gráficos.

Assim, no estudo de Ferreira (2015), entre as principais dificuldades relacionadas à resolução de problemas, estão a operacionalização de variáveis, a relação entre conceitos, a decodificação de tabelas e a identificação, seleção, organização e interpretação de dados. Essas são algumas das dificuldades apresentadas pelos estudantes no conteúdo de soluções.

Em conformidade com Curcio (1989), nesse nível, o estudante deve desenvolver habilidades de interpretação e organização da informação apresentada pelo gráfico, identificando relações e tendências presentes nos dados. Dessa forma, há o envolvimento da integração das informações, em que o estudante deve reconhecer padrões e estabelecer relações, demonstrando uma compreensão mais profunda entre os conceitos.

Por fim, para solução da última questão, teve duração de 2 (duas) horas/aulas e com objetivo fomentar a interatividade e o debate entre os estudantes sobre as questões discutidas, visando desenvolver uma construção coletiva por meio da troca de conhecimentos e informações. Para isso, na resolução da (Q8) foram necessário um organizar 6 (seis) grupos com o propósito de elaborar um plano estratégico de leitura e interpretação de gráficos sobre a curva de solubilidade de sais em água de soluções aquosas, conforme, quadro 3.

Quadro 3 – Estratégia de leitura e interpretação de gráfico cartesiano para curvas de solubilidade de soluções aquosas

Plano estratégico G1	Plano estratégico G5
1º passo: compreender o gráfico.	1º passo: compreender o proposito do gráfico
2º passo: Encontrar suas grandezas.	2º passo: Saber a grandeza dos sais dissolvida em água de acordo com a temperatura.
3º passo: Identificar a quantidade dos reagentes.	3º passo: Descobrir a unidade de medida
4º passo: Atingir o coeficiente de solubilidade da substancia	4º passo: Identificar os pontos onde o gráfico cruza o eixo das ordenadas e das abcissas.
5º passo: Identificar as variáveis dependentes e independentes	5º passo: Saber quais variáveis são dependentes
6º passo: Identificar suas tendências	6º passo: Verificar as curvas de solubilidade em função da temperatura
7º passo: Identificar dados e valores obtidos.	7º passo: Interpretar os dados em conjunto para compreender melhor.
	8º passo: Resolver os problemas.

Fonte: Elaborado pelos grupos G1 e G5, 2024.

Verifica-se, a partir das análises dos planos estratégicos que quatros grupos realizaram as atividades com convergências de ideias, pautando-se sequencialmente entre as questões de 1 a 7, como sendo um caminho a ser considerando na compreensão das informações apresentadas no gráfico cartesiano.

Como exposto, no quadro 3, apresentam-se uma análise de dois planos sistematizados pelos membros dos grupos (G1 e G5). Verifica-se, a partir dessa análise da tabela 2 que existem tendências de aproximações entre as etapas de leitura e interpretação de gráfico sobre curvas de solubilidade de sais em água.

Destacam-se, nesse sentido, como aproximações o foco inicial na compreensão do gráfico, na busca de identificação de grandezas, analise de variáveis dependentes e independentes, a busca por identificar tendências, a interpretação dos dados que considere fatores como temperatura e pressão.

No entanto, os distanciamentos, incluem a ordem das etapas, pois a exemplo dos membros do (G1) que começam com compreender o gráfico, os membros do (G5) inicia

com compreender o propósito. Como também uma ênfase nas unidades de medida (G5) no 3º passo, enquanto (G1) não menciona.

Identifica-se, assim, em relação à análise de pontos críticos, o (G5) no 4º passo, traz como ação uma análise dos pontos onde o gráfico cruza eixos. Observa-se, portanto, no (G1) um procedimento que não é levado em consideração no processo de leitura e interpretação do gráfico. Mas, enfatiza-se a necessidade de identificar tendências, compreendendo-se, assim as tendências das curvas de solubilidade em função da temperatura.

Como evidenciado, os membros do (G5), ressalta a necessidade de incluir no 8º passo a resolução do problema. Inferindo-se, que alguns estudantes de forma colaborativa no decorrer da atividade conseguiram “ler para além dos dados”, quando realizam os trabalhos em grupos, isso significa segundo Curcio (1989), que os estudantes conseguiram utilizar-se de conhecimentos prévios para interpretar os dados, realizar as previsões e inferências para interpretar corretamente as tendências da curva de solubilidade em relação variáveis, analisando o contexto e consideração de informações tanto implícitas, quanto as explícitas.

Com base nas constatações realizadas após a análise dos dados, fica evidenciado que nos achados ressalta-se também as limitações metodológicas da pesquisa. Uma dessas limitações é o número reduzido de participantes, apenas 22 (vinte e dois) estudantes, o que pode restringir a generalização dos resultados.

Portanto, para obter conclusões mais robustas, acredita-se que um número maior de sujeitos envolvidos na pesquisa seria necessário, possibilitando a coleta de dados mais sólidos para análise e, assim, fazer inferências mais precisas sobre propostas de ensino e aprendizagem de conteúdos químicos por meio de diferentes níveis de complexidade gráfica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo objetivou analisar os níveis de compreensão das habilidades de leitura e interpretação de gráficos sobre curvas de solubilidade de sais em água no

conteúdo de soluções aquosas com estudantes do 2º ano do Ensino Médio no componente curricular de Química.

Observou-se que a maioria dos estudantes apresentou dificuldades em compreender as informações apresentadas pelos gráficos em relação à solubilidade das substâncias, pois muitos estudantes identificaram de forma inadequada as variáveis apresentadas.

Pode-se inferir que, apesar dos recursos gráficos existentes, o ensino de Química ainda é tradicionalista, gerando dificuldades de aprendizagem devido à falta de propostas didáticas no espaço escolar que adotem uma perspectiva sócio-construtivista, na qual os estudantes são agentes ativos na construção do conhecimento químico.

Assim, o professor precisa planejar a inserção de conteúdos químicos por meio de estratégias de leitura e interpretação de gráficos, a fim de promover o avanço dos estudantes entre as complexidades que envolvem os níveis de leitura gráfica, para ir além dos dados, onde o professor se torna um mediador no processo de aprendizagem.

Neste estudo, pode-se inferir que apenas uma pequena parte dos estudantes apresentou compreensão em relação aos três níveis de habilidade de leitura e interpretação de gráficos sobre curvas de solubilidade de sais em água durante o conteúdo de soluções aquosas. Na categoria (C1), observou-se que poucos estudantes conseguiram identificar as informações explícitas, reconhecendo os dados e compreendendo seus significados. A mesma situação foi identificada na categoria (C2), onde poucos estudantes realizaram uma leitura crítica das informações, indicando a necessidade de desenvolver essas habilidades.

Já na categoria (C3), quando os estudantes trabalharam em equipes, a maioria conseguiu analisar criticamente as informações, indo além dos dados, refletindo sobre as previsões e inferências para construir um plano estratégico para interpretar corretamente as tendências da curva de solubilidade em relação às variáveis, analisando o contexto e considerando informações tanto implícitas quanto explícitas.

Portanto, essas constatações trazem implicações práticas para o ensino de Química, pois, por meio da inserção de atividades com diferentes graus de

complexidade de leitura e interpretação de gráficos, pode-se desenvolver estratégias que contemplem as interações dialógicas em sala de aula, potencializando avanços na construção do saber dos estudantes no ensino de Química.

REFERÊNCIAS

- CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- CURCIO, Frances R. Developing Graph Comprehension. Elementary and Middle School Activities. National Council of Teachers of Mathematics, In. **Association Drive, Reston**, 1989.
- FEIJOO, Ana Maria, Lopez, Calvo. **A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein Pesquisas Sociais, 2010.
- FERREIRA, Jussara Aparecida de Melo Gondim. **Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de soluções: proposta de ensino contextualizada**. 2015. 121f. Tese (Doutorado em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- FLORES, Crisólogo Dolores. Acerca Del análisis de funciones a través de sus gráficas: concepciones alternativas de estudiantes de bachillerato. **Revista Latinoamericana de Investigación em Matemática Educativa**, v. 7, n.3, p. 195-218, 2004.
- FRIEL, Susan N; CURCIO, Frances R; BRIGHT, George W. Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 32, n. 2, p. 124-158, 2001.
- GARCÍA GARCÍA, José Joaquín; PERALES PALACIOS, Francisco Javier ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones gráficas cartesianas? **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, vol. 10, nº. 1, p. 1-15, 2007,
- JESUS, Diana, Sofia; FERNANDES, José António; LEITE, Laurinda. Relevância dos gráficos estatísticos nos manuais escolares da disciplina de ciências físico-químicas. In L. Fernandes, J. A., Viseu, F., Martinho, M. H. & P. F., Correia, (Orgs.). **Encontro de Probabilidades e Estatística na Escola, Atas do III Encontro de Probabilidades e Estatística na Escola** Braga: Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho, p. 145-162, 2013.
- LOPES, Celi, Espasandin. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. Revista: **Caderno. Cedes**, Campinas, vol. 28, n.º 74, p. 57-73, jan./abr, 2008.
- MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução de Eloá Jacobina. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- PIETROCOLA, Maurício. A Matemática como linguagem estruturante do pensamento físico. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; RICARDO, Elio Carlos; SASSERON,

Lúcia Helena; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos; PIETROCOLA, Maurício (orgs.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 79-105, 2010.

POZO, Juan. Ignacio; GÓMEZ-CRESPO, Miguel, Ángel. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009.

SANTOS, Elizângela, Fernandes, *et al.* Contextualização de conceitos químicos analíticos por meio de uma oficina de fabricação de geleias. In: **Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis-SC, 2016.