

PROPOSTA METODOLÓGICA SOBRE OS CÁLCULOS BASEADOS NO ENSINO DE SOLUBILIDADE E PRODUTO DE SOLUBILIDADE.

Autor: Kano Lunda João, Licenciado | kanolunda@gmail.com | Instituto Superior de Ciências de Educação do UÍGE (ISCED – UÍGE), Uíge, Angola | **Orcid Id:**0009-0007-4067-6442

Recebido: Mês, 2025 | **Aceite:** Mês, 2025 | **Publicado:** Junho, 2025

RESUMO

O presente artigo apresenta os resultados de um estudo realizado em uma escola do segundo ciclo do ensino secundário, focando nos cálculos relacionados ao ensino de solubilidade e produto de solubilidades. O projecto foi desenvolvido em resposta às dificuldades identificadas em um grupo de alunos da 10^a classe do Liceu Teta Landu do Uíge. Para a elaboração deste estudo, foi aplicado um teste diagnóstico, que teve como objectivo identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos no entendimento desses conceitos químicos. A partir dos resultados obtidos no teste diagnóstico, foram elaboradas intervenções pedagógicas específicas, visando fortalecer o conhecimento dos alunos sobre a solubilidade de substâncias e como calcular o produto de solubilidades. As intervenções incluíram um conjunto de aulas experimentais com a aplicação da proposta metodológica baseada em passos algo-

rítmicos. Os resultados foram avaliados por meio de um segundo teste, que possibilitou verificar a evolução do desempenho dos alunos após as intervenções pedagógicas. Trata-se de um estudo de natureza descritiva de cunho quantitativo pondo em referência a técnica de inquérito por questionário como instrumento para a coleta de dados. Os dados coletados indicaram uma melhoria significativa nas habilidades dos alunos em realizar cálculos envolvendo solubilidade e produto de solubilidades, destacando a importância de um ensino focado nas dificuldades específicas dos alunos. Conclui-se que a identificação das dificuldades de aprendizagem através de testes diagnósticos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas eficazes, que não apenas promovem a compreensão teórica dos conceitos de química, mas também incentivam a aplicação prática desse conhecimento.

Palavras-chave: Proposta Metodológica; Cálculo; Solubilidade; Produto de Solubilidade.

ABSTRACT

This article presents the results of a study carried out in a second cycle secondary school, focusing on calculations related to the teaching of solubility and product of solubilities. The project was developed in response to difficulties identified in a group of students from the 10th grade at Liceu Teta Landu do Uíge. To prepare this study, a diagnostic test was applied, which aimed to identify the main difficulties faced by students in understanding these chemical concepts. Based on the results obtained in the diagnostic test, specific pedagogical interventions were developed, aiming to strengthen students' knowledge about the solubility of substances and how to calculate the solubility product. The interventions included a set of experimental classes with the application of the methodological proposal based on algorithmic steps. The

results were evaluated using a second test, which made it possible to verify the evolution of students' performance after the pedagogical interventions. This is a descriptive study of a quantitative nature, referring to the questionnaire survey technique as an instrument for data collection. The data collected indicated a significant improvement in students' abilities to perform calculations involving solubility and product of solubilities, highlighting the importance of teaching focused on students' specific difficulties. It is concluded that the identification of learning difficulties through diagnostic tests is fundamental for the development of effective pedagogical strategies, which not only promote the theoretical understanding of chemistry concepts, but also encourage the practical application of this knowledge.

Keywords: Methodological Proposal; Calculation; Solubility; Solubility Product.

INTRODUÇÃO

Este artigo aborda de forma detalhada a importância dos cálculos relacionados à solubilidade e ao produto de solubilidade no ensino de Química. O referido tema, consta no programa de Química da 10ª classe no subsistema de ensino geral em Angola. Entretanto, os termos ora mencionados são fundamentais para a compreensão de fenômenos químicos do dia-a-dia e possuem aplicações práticas em diversas áreas, como na farmacologia, na indústria e na ciência ambiental (INIDE/MED, 2014; Santanas, 2006).

Primeiramente, o texto explora a defini-

ção de solubilidade (S), que é a medida da quantidade de soluto que pode ser dissolvida em um solvente a uma temperatura específica, por isso, a solubilidade é frequentemente expressa em unidades de concentração, como mol/l ou g/l. Este conceito é essencial para os alunos, pois permite que o aluno entenda como diferentes substâncias interagem em soluções. Em seguida, apresenta-se o conceito do produto de solubilidade (K_{sp}), que é uma constante que representa a máxima concentração de íons que podem coexistir em uma solução saturada de um sal. Esse conceito é crucial para a previsão da solubilidade de compos

tos iônicos em condições variadas (Carvalho, 2017; Drekenner, 2017; Forte, 2019; Furtado, 2016).

Portanto, o ensino desses tópicos pode envolver a realização de experimentos práticos em laboratório, onde os alunos podem observar a dissolução de diferentes substâncias e medir as concentrações resultantes. Isso não apenas reforça a teoria, mas também estimula habilidades de análise e raciocínio crítico. Neste contexto, centramos a nossa atenção na seguinte questão científica: Como desenvolver as habilidades dos alunos da 10ª classe sobre os cálculos baseados no ensino de solubilidade e produto de solubilidade?

Para complementar o aprendizado, o estudo objectivou-se em elaborar uma proposta metodológica que possa facilitar

o desenvolvimento das habilidades dos alunos sobre os cálculos baseados no ensino de solubilidade e produto de solubilidade. Especificamente pretendeu-se: relacionar a solubilidade ao produto de solubilidade das substâncias, descrever as fórmulas dos compostos (binários, ternários ou quaternários), aplicando a proposta metodológica dependente do caso, converter a unidade g/l em solubilidade molecular (S) ou molaridade (M) e escrever matematicamente as fórmulas dos valores de solubilidade. Os resultados apresentados e discutidos neste artigo fazem parte de um estudo de natureza descritiva, com recurso à método estatístico - matemático, o que permitiu transformar os dados em resultados quantitativos em função dos testes (diagnóstico e prognóstico) aplicados aos alunos.

SOLUBILIDADE

Forte (2019) afirma que:

Solubilidade (S) é a quantidade máxima de um composto (soluto) que se consegue dissolver, em um certo volume de solvente, a uma determinada temperatura. Isto é, quando a solubilidade de um determinado soluto é baixa ou muito baixa, ele é denominado pouco solúvel ou insolúvel. (p. 73)

O conceito de coeficiente de solubilidade (CS) é definido por Reis (2016) como sendo "a medida da capacidade que um soluto possui de se dissolver em uma quantidade padrão de um solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão" (p.56).

Os conceitos apresentados por Forte

(2019) e Reis (2016), são fundamentais para a compreensão do processo de dissolução e das propriedades dos solutos em diferentes solventes. A solubilidade, conforme Forte destaca, refere-se à quantidade máxima de um soluto que pode ser dissolvida em um solvente, levando em consideração variáveis como volume, temperatura e a natureza dos compostos envolvidos. Para tal, quando a solubilidade é baixa, o soluto é classificado como pouco solúvel ou insolúvel. Por outro lado, o coeficiente de solubilidade, segundo Reis, quantifica essa capacidade de dissolução, fornecendo uma medida padrão que varia conforme a temperatura e a pressão. Isso significa que o CS é uma forma de expressar a afinidade entre o soluto e o solvente, ajudando a prever como diferentes substâncias se comportarão em soluções.

Ambos os conceitos são essenciais em diversas áreas, como química, farmacologia e processos industriais, onde a solubilidade pode influenciar reacções químicas, a biodisponibilidade de medi-

camentos e a preparação de soluções em geral (Carvalho, 2017; Drekener, 2017; Feltre, 2004; Furtado, 2016; Usberco & Salvador, 2002).

PRODUTO DE SOLUBILIDADE

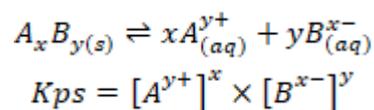
Autores como, Atkins e Jones (2012, p.51); Russel (s.d, p.82) “consideram o produto de solubilidade (K_{ps} ou K_s) corresponde á constante de equilíbrio que relaciona um soluto pouco solúvel e seus iões em solução.”

Na mesma direcção, Brady e Humiston (s.d) expõem que:

O estudo do produto de solubilidade sempre envolve um soluto pouco solúvel em solução. Contudo, podemos dizer que a expressão do produto de solubilidade sempre é igual ao produto das concentrações em mol/l dos seus iões na solução saturada elevadas a uma potência que é igual ao seu coeficiente na equação de dissociação iónica do composto. (p. 184)

Os autores Atkins e Jones (2012); Brady e Humiston (s.d) reafirmam a ideia de que o produto de solubilidade é uma constante que reflete o equilíbrio entre o sólido pouco solúvel e seus iões em solução. Essa relação é crucial para entender não apenas a química de soluções, mas também para aplicações em áreas como bioquímica, farmacologia e engenharia ambiental. Além disso, a determinação do K_{ps} pode ajudar na identificação de condições específicas que favorecem a dissolução ou a precipitação de compostos, o que é de grande importância em várias disciplinas científicas e industriais.

Matematicamente, a expressão do produto de solubilidade é dada por:



Com isso, Forte (2019) conclui que:

Não podemos confundir a solubilidade com o produto de solubilidade, pois a solubilidade é a quantidade de soluto dissolvido em determinado volume de solução. Já o produto de solubilidade é uma constante de equilíbrio que diretamente relacionada com a solubilidade. Assim, o produto de solubilidade nos ajuda a determinar a constante de solubilidade. (p. 77)

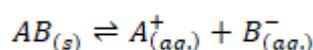
DEMONSTRAÇÃO DAS FÓRMULAS DE SOLUBILIDADE E PRODUTO DE SOLUBILIDADE

Do ponto de vista de Drekenner (2017, p. 85) a demonstração das fórmulas de solubilidades e produto de solubilidade é crucial para a compreensão dos processos que ocorrem em soluções. Portanto, a lei de acção das massas nos fornece uma base sólida para a compreensão das interações de solubilidade em soluções aquosas, permitindo uma interpretação mais evidente dos processos químicos envolvidos.

Os trabalhos de Forte (2019, p. 77); Russel (s.d, p. 183); Santanas (2006, pp. 144-155) afirmam que o produto das concentrações dos iões é constante para qualquer temperatura dada, sendo que a concentração de iões será elevada a uma potência igual ao coeficiente estequiométrico produzido pela dissociação de uma molécula do eletrólito. Assim, Forte (2019) demonstrou regras gerais para determinação das fórmulas de solubilidade e produto de solubilidade.

1º Caso: Para compostos binários

Seja um sal genérico AB que se dissocia em A^+ e B^- :



A constante de equilíbrio (K) para esta reacção é dada por:

$$K = [A^+] \times [B^-]$$

Se o sal AB for pouco solúvel em água, o produto iónico será igual ao produto de solubilidade, assim podemos escrever:

$$[A^+] = S \text{ e } [B^-] = S \quad (1)$$

Portanto, a expressão do produto de so-

lubilidade é:

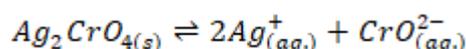
$$Kps = [A^+] \times [B^-] \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2), vem:

$$Kps = S \times S$$

Logo: $Kps = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{Kps}$

2º Caso: Para compostos ternários Considerar-se o caso de cromato de prata, a dissolução desse sal em água será representada pela seguinte equação:



O produto de solubilidade Kps é dada pela expressa:

$$Kps = [Ag^+]^2 \times [CrO_4^{2-}]$$

O produto de solubilidades é determinada pelo ião com menor número, neste contexto, considera-se o ião cromato, desta forma, tem-se:

$$[CrO_4^{2-}] = \frac{[Ag^+]}{2} \quad (1)$$

Operacionalizando, vem:

$$[Ag^+] = 2[CrO_4^{2-}] \quad (2)$$

Substituindo 2 em 1, escreve-se:

$$Kps = (2[CrO_4^{2-}])^2 \times [CrO_4^{2-}] \Rightarrow$$

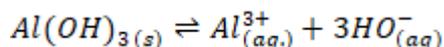
$$Kps = 4[CrO_4^{2-}]^2 \times [CrO_4^{2-}]$$

Sabendo que: $[CrO_4^{2-}] = S$, a expressão Kps será representada da seguinte forma:

$$Kps = 4S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{Kps}{4}}$$

$$[Al^{3+}] = \frac{[HO^-]}{3} \Rightarrow [HO^-] = 3[Al^{3+}] \quad (2)$$

3º Caso: Para compostos quaternários Tomando o caso de hidróxido de alumínio $Al(OH)_3$, a dissociação do composto em água, é representado da seguinte forma:



Pela definição, o produto de solubilidade correspondente é:

$$Kps = [Al^{3+}] \times [HO^-]^3 \quad (1)$$

Determina-se a constante do produto de solubilidade em função do ião com menor número, neste caso, considera-se o ião $Al^{3+}_{(aq)}$, logo:

Trazendo (2) em (1), escreve-se:

$$Kps = [Al^{3+}] \times (3[Al^{3+}])^3 \Rightarrow$$

$$Kps = [Al^{3+}] \times (27[Al^{3+}]^3)$$

$$Kps = 27[Al^{3+}]^4$$

Sabendo que: $[Al^{3+}] = S$, a expressão Kps será representada da seguinte maneira:

$$Kps = 27S^4 \Rightarrow S = \sqrt[4]{\frac{Kps}{27}}$$

PROCEDIMENTO DA PROPOSTA METODOLÓGICA

Para facilitar a compreensão e o ensino de cálculos de solubilidade e produto de solubilidade, apresentamos uma proposta metodológica em forma de algoritmo, que consiste em dois casos com passos sequenciados da seguinte maneira:

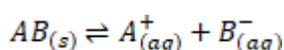
Caso 1: Cálculo de solubilidade (S)

Passo 1: Extrair os dados e a incógnita do problema

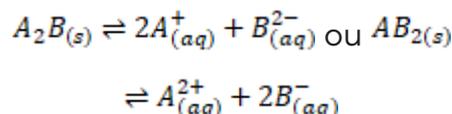
Passo 2: Categorização do caso

A partir do composto considerado no problema, categorizar o caso que pode ser:

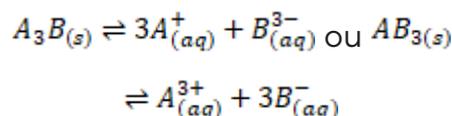
a) Compostos binários, escreve-se:



b) Compostos ternários, tem-se:



c) Compostos quaternário, escreve-se:



Passo 3: Escrever a fórmula correspondente em função do caso

a) Para os compostos binários, a fórmula a aplicar é:

$$S = \sqrt{Kps}$$

b) Para os compostos ternário, a

a) fórmula a aplicar é:

$$S = \sqrt[3]{\frac{Kps}{4}}$$

b) Para os compostos quaternário, a fórmula a aplicar é:

$$S = \sqrt[4]{\frac{Kps}{27}}$$

Passo 4: Proceder ao cálculo aplicando a fórmula em função do caso considerado.

Exemplo ilustrativo

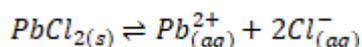
1. Calcule a solubilidade de uma solução de iodeto de chumbo (II) PbI_2 , sabendo que o valor do produto de solubilidade é igual a 108.10^{-9} .

Passo 1: Extrair os dados e a incógnita do problema

$$S = ?$$

$$Kps = 108.10^{-9}$$

Passo 2: Categorização do caso



Vê-se pelos coeficientes que a proporção estequiométrica é igual 1/2, no segundo membro, logo trata-se de um composto ternário, pois, há formação de 3 iões. Tendo: 1 mol de $Pb_{(aq)}^{2+}$ e 2 moles de $2Cl_{(aq)}^{-}$.

Passo 3: Escrever a fórmula correspondente em função do caso

Trata-se de um composto formado por três iões (ternário), logo aplica-se a seguinte fórmula:

$$S = \sqrt[3]{\frac{Kps}{4}}$$

Passo 4: Proceder ao cálculo aplicando a fórmula em função do caso considerado a partir da fórmula:

$$S = \sqrt[3]{\frac{Kps}{4}}$$

Substituir o valor de Kps, fica:

$$S = \sqrt[3]{\frac{108.10^{-9}}{4}} \Rightarrow S = \sqrt[3]{27.10^{-9}}$$

$$\text{Se: } 27 = 3^3$$

$$\text{Logo: } S = \sqrt[3]{3^3 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow S = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

R: A solubilidade da solução aquosa do iodeto de chumbo (II) PbI_2 é igual a 3.10^{-3} mol/l .

Caso 2: Cálculo do produto de solubilidade (Kps)

Passo 1: Extrair os dados e a incógnita do problema

Passo 2: Escrever as relações das concentrações e suas conversões em solubilidade molecular intrínseca ou molaridade, dependendo do caso.

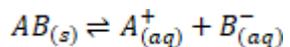
a) Se for o caso da concentração comum, obedece a seguinte relação: massa/volume, isto é, (g/l) a conversão é feita em molaridade.

b) Para o caso da concentração molar, a relação difere em massa molar, obedece a seguinte relação: número de moles/volume, no denominador com a seguinte unidade no sistema internacional mol/l, calcula-se directamente o Kps.

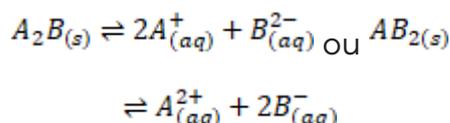
c) Para o caso da concentração normal, obedece a seguinte condição: número de equivalente grama/volume (n.eq.g/l) em molaridade ou mol/l.

Passo 3: Categorizar o caso

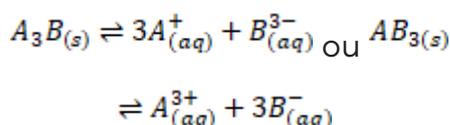
a) Caso for um electrólito ou composto binário, a equação é dada por:



b) Para o caso dos compostos ternários, escreve-se:



c) Caso for um composto quarternário, a equação é escrita da seguinte maneira:



Passo 4: Escrever a fórmula correspondente em função do caso

a) Se for o caso de um composto binário, a fórmula a aplicar é:

$$Kps = S^2$$

b) Para o caso dos compostos ternário, aplica-se a seguinte fórmula:

$$Kps = 4S^3$$

c) Se for o caso dos compostos quarternários, a fórmula a aplicar é:

$$Kps = 27S^4$$

Passo 5: Proceder ao cálculo aplicando a fórmula em função do caso considerado.

Exemplo ilustrativo

1. A solubilidade do composto $AlCl_3$ (cloreto de alumínio) é de $9 \cdot 10^{-7}$ g/l, numa

solução aquosa. Determine o produto de solubilidade correspondente?

Passo 1: Extrair os dados e a incógnita do problema

$$S = 9 \cdot 10^{-7} \text{ g/l}$$

$$\text{Mm de } AlCl_3 = 133,5 \text{ g/mol}$$

$$Kps = ?$$

Passo 2: Escrever as relações das concentrações e suas conversões em solubilidade molecular intrínseca ou molaridade, dependendo do caso.

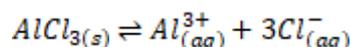
Por se tratar da concentração comum, deve-se converter em molaridade com a seguinte unidade no sistema internacional mol/l.

$$\text{Solubilidade mol/l} = \frac{\text{solubilidade g/l}}{\text{Massa molar do composto}}$$

Substituindo os valores, fica:

$$S \text{ mol/l} = \frac{9 \cdot 10^{-7} \text{ g/l}}{133,5 \text{ g/mol}} \Rightarrow S = 0,067 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

Passo 3: Categorizar o caso



Vê-se pelos coeficientes que a proporção estequiométrica é igual 1/3, no segundo membro, logo trata-se de um composto quarternário, pois, há formação de 4 iões. Tendo: 1 ião de $Al^{3+}_{(aq)}$ e 3 iões de $Cl^-_{(aq)}$.

Passo 4: Escrever a fórmula correspondente em função do caso

Por se tratar do composto quarternário, escreve-se a seguinte fórmula:

$$Kps = 27s^4$$

Passo 5: Proceder ao cálculo aplicando

a fórmula em função do caso considerado a partir da fórmula:

$$Kps = 27s^4$$

Substituir o valor de S, fica:

$$Kps = 27 \times (0,067 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l})^4$$

$$Kps = 27 \times (0,067 \text{ mol/l})^4 \cdot 10^{-28}$$

$$Kps = 27 \times 0,00002 \cdot 10^{-28} \text{ mol/l}$$

Logo: $Kps = 0,00054 \cdot 10^{-28} \text{ mol/l}$

R: O produto de solubilidade da solução aquosa do cloreto de alumínio ($AlCl_3(s)$) Solubilidade é igual a $0,00054 \cdot 10^{-28} \text{ mol/l}$.

MATERIAIS E MÉTODOS

O campo de pesquisa, designado Liceu Teta Landu, situa-se geograficamente a sul da capital da província do Uíge (Angola), é uma instituição do ensino público do segundo ciclo do ensino geral. Para o presente trabalho a pesquisa contou com a participação de sessenta (60) alunos do curso de Ciências Físicas e Biológicas, referente ao ano lectivo 2023/2024.

Diferentes fases empregadas na pesquisa.

1º Amostragem

O critério seletivo do subconjunto (amostra), refere-se a uma abordagem de amostragem não probabilística e intencional, baseada de forma não aleatória, onde o pesquisador busca informações de um grupo específico que possui características relevantes para a pesquisa.

2º Aplicação do teste diagnóstico

Nesta fase, os alunos foram submetidos uma serie de questões, essa etapa forneceu uma visão inicial sobre o nível de conhecimento dos alunos e detectou-se as dificuldades que o tema em estudo fornece, os resultados obtido, forneceu

indicadores úteis que permitiu compreender o contexto no qual a investigação será realizada.

3º Aplicação do teste prognóstico

Após a actuação metodológica na sala de aula, nesta lecionou-se matéria relacionada com o tema que trata das concentrações das soluções, solubilidades e produto de solubilidade, na qual apresentou-se a proposta metodológica, contudo aplicou-se a mesma na resolução de alguns exercícios. Em seguida, voltou-se aplicar um outro teste semelhante ao primeiro com finalidade de verificar a possível evolução do conhecimento da temática em estudo, com o mesmo teor e que cumpriu com os mesmos procedimentos executados na primeira fase.

4º Tratamento de resultados

Os dados coletados neste estudo foram analisados utilizando métodos estatístico-matemático, que permitiram a comparação precisa dos resultados em relação aos testes aplicados. Esse processo foi fundamental para verificar a existência do problema identificado e validar a hipótese formulada.

Com base a modalidade de pesquisa, assumimos:

1º Do ponto de vista da natureza do tema, refere-se a pesquisa aplicada

O foco é desenvolver soluções prática para problema identificado, para tal, a escolha permitiu gerar conhecimento e que pode ser utilizado para melhorar práticas ou processos, neste caso, sobre os cálculos baseados no ensino de solubilidade e produto de solubilidade.

2º Quanto aos objectivos, optamos em pesquisa descritiva

A opção recai por uma pesquisa descritiva, no entanto o objectivo é detalhar e esclarecer a importância da proposta metodológica. Essa modalidade permitiu uma exploração profunda do tema, contribuindo para uma melhor compreensão dos resultados da aplicação da metodologia proposta.

3º Em relação à abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa quantitativa

A escolha por uma abordagem quantitativa indica a quantificação dos dados, ou seja, os dados foram traduzidos em números para classificá-los e analisá-los estatisticamente. Essa abordagem permitiu uma análise objectiva dos dados coletados.

4º Quanto às técnicas e procedimentos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica

A utilização de pesquisa bibliográfica é fundamental para embasar teoricamente o estudo. Ela permitiu dialogar com a produção já existente sobre o tema em questão, contribuindo para a construção de um referencial teórico sólido e enriquecendo a análise dos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma análise mais detalhada e clara dos dados coletados e refletir sobre a eficácia da proposta metodológica desenvolvida nesta pesquisa, os resultados obtidos em relação às res-

postas certas e erradas entre os testes diagnóstico e prognóstico em termo percentual, estão apresentados na tabela n.º 1.

Tabela 1 - Comparação dos resultados dos testes (diagnóstico e prognóstico)

Questões	Teste diagnóstico		Teste prognóstico		Percentagens			
	Certas	Erradas	Certas	Erradas	Diagnóstico		Prognóstico	
					Certas	Erradas	Certas	Erradas
Q1	28	32	55	05	46,7	53,3	91,7	8,3
Q2.a)	12	48	50	10	20	80	83,3	16,7
Q2.b)	09	51	58	02	15	85	96,7	3,3
Q2.c)	00	60	34	26	00	100	56,7	43,3
Q3.a)	04	56	31	29	6,7	97,3	51,7	48,3
Q3.b)	01	59	28	32	2,7	98,3	46,7	53,3
Q4.a)	00	60	51	09	00	100	85	15
Q4.b)	00	60	57	03	00	100	95	5
Q4.c)	00	60	59	01	00	100	98,3	1,7
Média	06	54	47	13	10	90	78,3	21,7

Conforme ilustram os dados apresentados na tabela n.º 1, ao comparar os dados relacionados aos testes aplicados, os resultados obtidos a partir das questões dirigidas aos alunos são interpretados de forma separada. Conforme se descreve a seguir:

Com relação a primeira questão, a análise dos resultados obtidos pela aplicação do questionário aos sessenta alunos revela uma evolução significativa no entendimento do tema relacionado à solubilidade e ao produto de solubilidade. Inicialmente, no pré-teste, observou-se um equilíbrio nas respostas vinte e oito (28) alunos acertaram, representando 46,7%, enquanto trinta e dois (32) alunos erraram, totalizando 53,3%. Esse resultado sugere que, na fase inicial, havia uma dificuldade considerável dos alunos em reconhecer a relação entre os conceitos apresentados.

Porém, ao ser aplicado o questionário subsequente (prognóstico), os dados se mostram bastante promissores. Dos sessenta alunos, 55 conseguiram responder corretamente, o que equivale a 91,7% de acertos. Isso demonstra não apenas uma melhoria no desempenho, mas também uma boa assimilação do conteúdo abordado. Os cinco alunos que não alcançaram a resposta correta representam 8,3%, o que é uma taxa bastante reduzida e indica que a maioria dos alunos compreendeu a matéria.

Quanto a segunda questão, envolveu um conjunto de três (a) alíneas, os dados do pré-teste demonstraram uma elevada dificuldades por parte dos alunos em escrever as fórmulas características do produto de solubilidade em função da categorização do caso, deste modo, dos sessenta (60) alunos inquiridos, 12 alunos

acertaram a alínea (a), o que corresponde a 20% do total de 60 alunos, portanto, 48 alunos erraram o que corresponde a 80%. Na alínea (b) 9 alunos acertaram, representando 15%, com 51 alunos erraram o que perfaz a 85%. Na alínea (c) nenhum aluno acertou, resultando em 100% de erros. No entanto, a análise apresentada sobre os resultados dos alunos em relação à segunda questão indica que há dificuldades significativas no entendimento e na aplicação das fórmulas características do produto de solubilidade (Kps).

Ao passo que, no teste prognóstico os alunos responderam de forma satisfatória tendo como certo quase todas as alíneas. Dados obtidos apontam que cinquenta (50) alunos responderam acertadamente a alínea (a), correspondendo 83,3% e dez (10) dos quais responderam erradamente, correspondente a 16,7% da referida alínea, ao passo que na alínea (b) cinquenta e oito (58) alunos responderam de forma certa, o que perfaz 96,7% e apenas dois (2) alunos responderam de forma errada, correspondente a 3,3%, para alínea (c) observa-se que 34 alunos responderam acertadamente, o que perfaz a 56,7% e 26 alunos responderam de forma errada, perfazendo a 43,3%. Em suma, as alíneas (a) e (b) apresentaram um desempenho satisfatório, com a maioria dos alunos acertando, principalmente na alínea (b) que teve uma taxa de acerto de quase 97%. Por outro lado, a alínea (c) teve um desempenho mais baixo, com apenas 56,7% de respostas corretas, indicando que os alunos podem ter encontrado mais dificuldades nessa parte do teste.

Os resultados da terceira pergunta, que envolvia o cálculo do produto de solubilidade, indicam uma dificuldade signifi-

cativa dos alunos em compreender a temática abordada. A grande maioria dos alunos não conseguiu responder corretamente às questões propostas nas alíneas (a) e (b). Isso é um indicativo de que os conceitos relacionados ao produto de solubilidade não foram bem compreendidos, a taxa elevada de respostas erradas "93,3% para a alínea (a) e 98,3% para a alínea (b)". É importante notar que, entre os alunos inquiridos no teste diagnóstico, apenas 5 alunos, onde "1 aluno na alínea (a) e 4 na alínea (b) " conseguiram respostas corretas, para tal, foram 56 alunos erraram a questão da alínea (a) e 59 alunos erraram a questão da alínea (b). O que confirma a existência de dificuldades por parte dos alunos nesta temática. No que concerne a teste prognóstico, os dados obtidos no âmbito da questão n.º3, reporta uma realidade de equilíbrio em ambas as alíneas. Dos 60 alunos aos quais foi aplicado o questionário, a maioria dos alunos (51,7%) conseguiu responder corretamente, enquanto uma parte significativa (48,3%) falhou. No que tange alínea (b), aqui, a situação se inverte, com mais alunos errando a resposta (53,3%), enquanto apenas 46,7% respondeu corretamente. O teste prognóstico apresentado demonstra um equilíbrio geral entre os desempenhos nas duas alíneas, embora a alínea (a) tenha apresentado um ligeiro predomínio de respostas corretas, enquanto a alínea (b) mostrava uma ligeira predominância de respostas erradas. Isso indica que, apesar das dificuldades encontradas, os alunos demonstraram um nível de conhecimento relativamente próximo em ambas as questões, refletindo uma performance semelhante dos alunos.

A análise dos resultados apresentados no teste diagnóstico revela importantes conclusões sobre o desempenho dos

alunos em relação ao tema da constante de solubilidade e do produto de solubilidade. O facto de nenhum dos 60 alunos ter conseguido responder corretamente às alíneas da quarta questão indica uma lacuna significativa no entendimento e na aplicação desses conceitos, evidenciando que a abordagem pedagógica utilizada pode não estar adequada para facilitar a aprendizagem. Com uma percentagem de 0% de respostas corretas, é possível inferir que os alunos não apenas carecem de conhecimento teórico, mas também enfrentam dificuldades práticas em realizar os cálculos associados a essas propriedades químicas. Essa situação sugere que o conteúdo tem sido apresentado de maneira superficial, sem a devida ênfase aos aspectos práticos e aplicados, que são cruciais para a compreensão de temas que envolvem cálculos químicos.

Dos resultados obtidos no teste prognóstico evidenciam um progresso significativo dos alunos na compreensão e aplicação das fórmulas relacionadas à solubilidade e ao produto de solubilidade, ao analisar as respostas, nota-se que, a questão da alínea (a) 51 alunos responderam corretamente, o que corresponde a 85% do total, enquanto 9 alunos (15%) responderam de forma incorreta, na alínea (b) 57 alunos acertaram, representando 95%, com apenas 3 alunos errando (5%) e finalmente a questão da alínea (c) 59 alunos tiveram a resposta correta, resultando em 98,3%, com apenas 1 aluno errando (1,7%).

CONCLUSÕES

A situação apresentada reflete desafios significativos que os alunos da 10^a classe do Liceu Teta – Lando do Uíge (Angola) enfrentam na compreensão de conceitos químicos fundamentais, como a relação entre solubilidade e o produto de solubilidade, além da aplicação de fórmulas matemáticas necessárias para resolver problemas envolvendo compostos químicos. Os principais pontos destacados nas conclusões do estudo são:

1. Os alunos apresentam dificuldades em relacionar a solubilidade ao produto de solubilidade, uma habilidade crucial para a compressão de equilíbrio químico.
2. Há uma falta de habilidade na aplicação das fórmulas, especialmente em relação à classificação dos compostos (binário, ternário ou quaternário), essa dificuldade impede os alunos de avançar em suas análises químicas, limitando sua capacidade de resolver problemas mais complexos.

3. Os alunos têm problemas em expressar matematicamente as fórmulas, especialmente na extração de raízes quadradas ou cúbicas, que são etapas importantes na resolução de equações relacionadas à solubilidade.

Todavia, os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam a importância de desenvolver uma metodologia que auxilie no ensino dessa temática. A abordagem proposta neste artigo mostra-se adequada e pode ser uma ferramenta valiosa para esse nível de educação, possibilitando não apenas a compreensão mais aprofundada do conteúdo, mas também o engajamento dos alunos. A utilização de estratégias didáticas inovadoras pode facilitar a assimilação dos conceitos, garantindo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Portanto, é imprescindível continuar explorando e aprimorando métodos que atendam às necessidades dos estudantes, promovendo um ambiente educacional dinâmico e eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarenga, E. M. (2012). *Metodologia da investigação quantitativa e qualitativa: Normas e técnicas de apresentação de trabalho científicos*. (2ª ed.).

Alves, A. T. A. R. B.A., Nascimento, A., Ulhoa, A., Batista, B., Capela, C., Venturine, C., Rodrigues, D., Moreira, E., Ribeiro, E., Silva, F., Demba, J., Lapa, L. D. P., Fortunato, M. M. M., & Silva, P. C. B. (2021). *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: recolha de dados* (Vol. 2). (1ª ed.). UA.

Alves, M. P. (2012). *Metodologia Científica*. Escolar.

Atkins, P., & Jones, L. (2012). *Princípios de química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. (5ª ed.). Bookman.

Brandy, J. E., & Humiston, G. E. (s.d). *Química geral vol.1*. (2ª ed.). Livros técnicos e científicos.

Carvalho, L. B. (2017). *Herbicidas*. (1ª ed.).

Castilho, A. P., Borges, N. R. M., & Pereira, V. T. (2014). *Manual de metodologia científica*. (2ª ed.).

Drekener, R. L. (2017). *Química geral*. Londrina.

Feltre, R. (2004). *Química volume 2: Física – Química*. (6ª ed.). Moderna.

Forte, C. M. S., Pacheco, L. C. M., & Queiroz, Z. F. (2019). *Química analítica I*. (2ª ed.). Filiada à.

Fortunato, F. N. (2016). *Química geral II*. (2ª ed.). Fortaleza: EdUECE.

Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (2009). *Método de pesquisa*. (1ª ed.). UFRGS.

INIDE/MED. (2014). *Programas de Química - 10ª, 11ª e 12ª classes (Área de Ciências Físicas e Biológicas)*. (2ª ed.). Moderna, S.A.

Lopes, C. (2021). *Como fazer citações e referências? Guia prático da norma APA (2020, 7ª edição)*. (1ª ed.).

Mbunga, H. (2016). *Como elaborar um projecto?*. (2ª ed.). Mayamba Kunyonga.

Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Académico*. (2ª ed.). FEEVALE.

Reis, M. (2016). *Química: Ensino médio*. (2ª ed.). Ática.

Russell, J. B. (s.d.). *Química geral* volume 2.

Santana, G. P. (2006). *Química analítica: equilíbrio químico*.

Usberco, J., & Salvador, E. (2002). *Química* volume único. (5ª ed.). Saraiva.

Zassala, C. (2013). *Iniciação à pesquisa científica*. (2ª ed.). Mayamba Kunyonga.