

**Construção e análise da confiabilidade de um instrumento para identificar a concepção de licenciandos e egressos da licenciatura em química sobre cinética química**

**Development and Analysis of Reliability of an Instrument to Identify the Notion of Chemical Kinetics Applying Cronbach's Alpha**

**Construcción y análisis de la confiabilidad de un instrumento para identificar el concepto de cinética química utilizando Alfa de Cronbach**

Recebido: 26/09/2020 | Revisado: 08/10/2020 | Aceito: 11/10/2020 | Publicado: 12/10/2020

**Ricardo de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9181-4004>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [ricardodo60@gmail.com](mailto:ricardodo60@gmail.com)

**Ismael Casagrande Bellettini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9293-6492>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [ismael.bellettini@ufsc.br](mailto:ismael.bellettini@ufsc.br)

**Keysy Solange Costa Nogueira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6900-2181>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [keysy.nogueira@ufsc.br](mailto:keysy.nogueira@ufsc.br)

**Resumo**

Esta pesquisa teve como objetivo realizar a construção e análise da confiabilidade destinado à identificação e registro das concepções de licenciandos e egressos do curso de química sobre cinética química. Esta pesquisa figura como quantitativa. Nesse sentido, foi elaborado um questionário Likert constituído por 18 questões e as escalas discordo totalmente, discordo parcialmente, nem concordo e nem discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente, para identificar o grau de concordância do participante com cada afirmativa. Essas afirmativas foram construídas considerando-se pesquisas sobre o ensino de cinética e validadas teoricamente por especialistas na área. Posteriormente, realizou-se a validação semântica, com possíveis participantes da pesquisa, para que pontuassem suas compreensões sobre o

questionário. As mudanças no questionário foram realizadas em virtude das sugestões dos especialistas. Em consonância, a versão final do questionário foi constituída pela mesma estrutura inicial, exceto pela readequação da parte conceitual de algumas questões e da exclusão da escala nem concordo e nem discordo. O questionário foi respondido por 55 participantes, entre licenciandos e egressos do curso de licenciatura em química de oito instituições públicas brasileiras. Para analisar a confiabilidade das respostas concedidas pelos participantes, adotou-se o Alfa de Cronbach. Para todo o instrumento valor de confiabilidade do alfa foi de 0.64 e posteriormente a realização da purificação do instrumento, considerando apenas 12 questões, pertencentes aos blocos temático B e C a confiabilidade do instrumento foi de 0.94, sugerindo uma alta confiabilidade e que o instrumento constituído por essas questões é confiável e tem medições consistentes.

**Palavras-chave:** Ensino de química; Cinética; Concepções alternativas; Ensino.

### **Abstract**

This research aimed to carry out the development and analysis of reliability to identify and record the notion of Chemical Kinetics of undergraduate and graduate students from the Chemistry Licentiate Degree. This is a quantitative research. In this regard, a Likert Scale Survey was devised containing 18 questions and the multiple-choice options 'strongly disagree', 'somewhat disagree', 'neither agree nor disagree', 'somewhat agree', 'strongly agree' to identify the level of agreement of the respondent with each statement. Those statements were developed taking into account surveys on Kinetics teaching and were theoretically validated by experts in the field. Subsequently, the semantic validation was performed with potential survey respondents so that they pointed out their understandings about the questions. Changes were made to the survey based on the experts' suggestions. Accordingly, its final draft consisted of the initial structure, except for the readjustment of the conceptual part of some questions as well as for the exclusion of the multiple-choice option 'neither agree nor disagree'. The survey was answered by 55 respondents, including undergraduate and graduate students from the Chemistry Licentiate Degree from eight Brazilian public institutions. In order to analyze the reliability of the respondents' answers, Cronbach's Alpha was applied. The reliability value of alpha for the entire instrument was 0.64. After purifying it, contemplating only 12 questions from thematic groups B and C, its reliability was 0,94, suggesting high reliability and that the instrument made up of those questions is reliable and has consistent measurements.

**Keywords:** Chemistry teaching; Kinetics; Alternative views; Teaching.

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo realizar la construcción y análisis de confiabilidad con el objetivo de identificar y registrar las concepciones de estudiantes de pregrado y egresados en el curso de química en cinética química. Esta investigación es cuantitativa. En este sentido, se elaboró un cuestionario Likert compuesto por 18 cuestiones y las escalas totalmente en desacuerdo, parcialmente en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, parcialmente de acuerdo y totalmente de acuerdo, para identificar el grado de concordancia del participante con cada afirmación. Estas afirmaciones fueron construidas considerando investigaciones sobre la enseñanza de la cinética y validados teóricamente por expertos en el campo. Posteriormente, se llevó a cabo una validación semántica, con posibles participantes de la investigación, para puntuar sus entendimientos sobre el cuestionario. Los cambios al cuestionario se realizaron debido a las sugerencias de los expertos. En consecuencia, la versión final del cuestionario constó de la misma estructura inicial, excepto por el reajuste de la parte conceptual de algunas cuestiones y la exclusión de la escala ni de acuerdo ni en desacuerdo. El cuestionario fue respondido por 55 participantes, incluidos estudiantes de pregrado y egresados del curso de licenciatura en química de ocho instituciones públicas brasileñas. Para analizar la confiabilidad de las respuestas dadas por los participantes, se adoptó el Alfa de Cronbach. Para todo el instrumento, el valor de confiabilidad del alfa fue de 0.64 y posteriormente se realizó la depuración del instrumento, considerando sólo 12 cuestiones, pertenecientes a los bloques temáticos B y C, la confiabilidad del instrumento fue de 0.94, sugiriendo una alta confiabilidad y que el instrumento constituido por estas cuestiones es confiable y tiene mediciones consistentes.

**Palabras clave:** Enseñanza de química; Cinética; Concepciones alternativas; Enseñanza.

## 1. Introdução

Diversas pesquisas têm sugerido que o ensino de química se estrutura por meio de atividades de memorização de fórmulas, informações, equações químicas, desconectado com o cotidiano do educando (Mortimer, Machado, & Romanelli, 2000; Cotta et al., 2019), entre outros aspectos, que pouco contribuem para a aprendizagem do aprendiz (Gilbert & Treagust, 2009) e, que podem refletir no desenvolvimento de dificuldades de aprendizagem pelos estudantes e, conseqüentemente em equívocos conceituais (Santos et al., 2013).

Considerando-se especificamente o ensino de cinética química, que envolve o estudo da velocidade das reações e quais fatores podem influenciá-las, pesquisas sugerem que as

abordagens de ensino, limitam-se aos aspectos macroscópicos, associados principalmente a concentração dos reagentes, temperatura e a presença de catalisador na reação, enquanto os níveis micro a simbólico são ignorados, resultando na dificuldade conceitual de discentes em compreender esse conteúdo (Karous et al., 2017; Mortimer, Machado, & Romanelli, 2000). Por outro lado, infere-se que o docente ao ensinar um determinado conteúdo químico, transitando pelos três níveis representacionais, poderia facilitar o processo de ensino-aprendizagem, pois a construção de novos conhecimentos pelo aprendiz, dependeria dessa abordagem, associadas aos conhecimentos prévios dos discentes (Johnstone, 2006; Melo & Silva, 2019).

Na literatura especializada são descritas as concepções de discentes de diferentes níveis de ensino e suas dificuldades de aprendizagem sobre cinética química (Bain & Towns, 2016; Chairam & Klahan, 2015; Martorano & Marcondes, 2009; Miranda et al., 2015). Nessa perspectiva, em uma pesquisa desenvolvida por Zappe e Sauerweins (2019), que envolveu a catalogação de artigos sobre cinética química, em periódicos brasileiros, os autores identificaram que os estudantes não a semelhança entre os modelos macros, observados no experimento, e o microscópico, abordado em sala de aula.

A cinética química possibilita ainda, o entendimento sobre a natureza e o desenvolvimento das reações químicas, por meio da observação de fenômenos macroscópicos e microscópicos. Essas reações são interpretadas por meio de modelos físicos e matemáticos. E assim, como outros conteúdos da ciência, relaciona-se a outros conceitos como, por exemplo, equilíbrio químico, termodinâmica, que são regularmente ensinados no ensino médio e em cursos de graduação (Justi, 2003).

Outra problemática envolvendo a cinética química, seria os docentes desconsiderarem os conhecimentos prévios dos discentes e suas vivências, refletindo na desmotivação do educando em aprender (Castro et al., 2017). Para alguns autores as dificuldades conceituais envolvendo cinética acompanham os discentes desde a educação básica até o ensino superior (Cotta et al., 2019).

Justi e Ruas (1997) investigaram a influência da visão sobre a matéria no ensino de cinética química no contexto de sala de aula do segundo ano do ensino médio. Nos resultados os autores identificaram que “A questão do movimento das partículas envolvidas em uma reação química não foi considerada por nenhum dos alunos” (Justi & Ruas, 1997, p. 25).

Bain e Towns (2016), em uma revisão de literatura envolvendo o ensino-aprendizagem de estudantes do ensino médio e graduação de diferentes países, sobre cinética química. Nos trabalhos revisados, os autores identificaram as dificuldades: definição de

cinética; conceito de equilíbrio químico, diferença entre termodinâmica e cinética, relação entre variação da velocidade de reação e a formação dos produtos.

Cakmakci (2010) analisou as dificuldades conceituais de estudantes do ensino médio e de licenciandos em química da Turquia, envolvendo cinética química por meio de questionários diagnósticos. Nos resultados, identificou que os participantes, apresentavam relações inapropriadas entre conceitos termodinâmicos e cinéticos, confundiam os conceitos de taxa de reação e equilíbrio químico e acreditavam que "as reações exotérmicas ocorrem mais rapidamente" ou "as reações endotérmicas ocorrem mais rapidamente".

Reis e Kiouranis (2013) investigaram as dificuldades conceituais de estudantes da educação básica, sobre os fatores que afetam a velocidade de uma reação química, por meio de uma sequência didática e outras atividades pedagógicas. Os resultados sugerem que inicialmente os estudantes não reconheciam a parte microscópica do fenômeno que observaram. De modo semelhante, Martorano, Marcondes e Carmo (2010) sugerem que estudantes têm dificuldades em adotar o modelo microscópico para explicar a influência da temperatura e da concentração dos reagentes na velocidade das reações químicas.

Outras dificuldades foram identificadas na pesquisa desenvolvida por Marani, Oliveira e Sá (2017). Nesse sentido, as pesquisadoras consideram que estudantes do ensino médio têm limitações em relacionar a energia cinética e colisões efetivas, em justificar a influência da superfície de contato e o aumento na velocidade da reação, em compreender que a superfície de contato altera a concentração, atribuem erroneamente à temperatura a definição de catalisador, não conceituam energia cinética, agitação das moléculas e colisões efetivas e relacionam o aumento da temperatura pela quantidade de produto liberado.

De acordo com o exposto, o objetivo desta pesquisa foi construir e analisar a confiabilidade de um questionário para analisar as concepções de licenciandos e egressos da licenciatura em química sobre cinética química.

## **2. Metodologia**

### *Natureza da pesquisa e o questionário quantitativo*

De acordo com o exposto, esta pesquisa figura como quantitativa, que pode ser compreendida como a explicação de um determinado fenômeno, por meio de dados numéricos, e interpretados por métodos matemáticos, comumente os estatísticos, a fim de

ordenar, medir, comparar ou fazer associações entre os grupos amostrados (Aliaga & Gunderson, 2002).

O método escolhido para elaboração do questionário, foi o método de escalonamento de Likert (Vieira, 2009). Nesse sentido, foi elaborado um questionário com o escalonamento (discordo totalmente, discordo parcialmente, nem concordo e nem discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente), que poderiam refletir a concepção dos respondentes sobre cinética química.

A fundamentação teórica para a construção das proposições foi feita por meio da análise de artigos sobre o ensino de cinética química (Bain & Towns, 2016; Cakmakci, 2010; Karous, Nihant, & Leyh, 2017; Marani, Oliveira, & Sá, 2017; Martorano, Marcondes, & Carmo, 2010; Zappe & Sauerwein, 2019). Desse modo, durante a leitura desses artigos identificou-se que os temas que apresentaram maior manifestação de dificuldades conceituais pelos estudantes ao estudarem cinética química foram, a saber: teoria das colisões, influência da temperatura na velocidade das reações químicas e influência da concentração dos reagentes na velocidade das reações químicas.

Posteriormente, a seleção dos temas de cinética química contemplados no questionário, foi elaborado a estrutura geral do questionário, por meio de três blocos temáticos que eram estruturados por seis proposições e cinco escalas.

### ***Validação teórica e semântica***

Vários autores propõem diferentes métodos de validação (Bittencourt et al., 2011). Assim, para realizar a validação das proposições seguiu-se às etapas: 1. Validação teórica, submissão da proposta inicial do questionário para validação com especialista de suas assertivas e 2. Validação semântica - aplicação do questionário para possíveis respondentes para avaliar se compreendiam as questões e as escalas (Pasquali, 2003; Devillis, 2003).

A validação teórica foi realizada por quatro especialistas da área de Química, todos com doutorado. Posteriormente, a essa etapa alguns ajustes foram realizados, como a mudança na redação das questões para fornecer as informações necessárias para interpretar o conceito por trás da proposição e a exclusão da alternativa *nem concordo e nem discordo* da escala.

Concluída essa primeira etapa, o questionário foi submetido a 10 licenciandos em química, para a realização da validação semântica (Nogueira et al., 2017). Nessa etapa, nenhum dos licenciandos apresentou dificuldades na compreensão e interpretação das

proposições do questionário. Por conta disso, após essa etapa, não foram feitas alterações no questionário.

### ***Contexto e participantes da pesquisa***

O questionário após a validação teórica e semântica, foi disponibilizado por meio de um formulário online compartilhado via correio eletrônico, durante um mês para graduandos e egressos dos cursos de Licenciatura de oito instituições públicas brasileiras, que aceitaram participar desta pesquisa e que não serão identificadas por questões éticas. Os participantes antes de responderem ao questionário, declaravam a sua anuência em participarem desta pesquisa ao assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A coleta de dados foi realizada de maneira transversal (Vieira, 2009), o que significa que buscou-se analisar um período curto de tempo e coletar dados que denotassem a situação atual, diferente da pesquisa longitudinal, que busca a coletar dados em um longo período de tempo, visando a identificação de tendências e/ou mudanças do tema em estudo.

### ***Análise da confiabilidade - alfa de cronbach***

Nesta pesquisa o Alfa de Cronbach foi adotado para análise da confiabilidade do instrumento (Cronbach & Shavelson, 2004; Leontitsis & Page, 2007). O Alfa possibilita inferir sobre a confiabilidade dos dados obtidos, por meio da correlação entre as respostas do questionário considerando-se as análises individuais das respostas concedidas pelos respondentes (Vieira, 2009).

Destaca-se que não há consenso quanto ao valor de alfa na análise da confiabilidade de um instrumento (Hair Júnior, Black, Babin & Anderson, 2009). Em consonância, o limite inferior a 0.70 é aceito e outros estudos aceitam 0.60 para pesquisa exploratória. Por outro lado, valores inferiores a 0.60 indicam que o instrumento tem baixa consistência interna, o que pode levar a conclusões equivocadas sobre o que se buscou medir (Hair Júnior, Black, Babin, & Anderson; Landis & Koch, 1977; Malhotra, 2011).

O Alfa de Cronbach foi calculado considerando-se todo o instrumento e separado por tema abordado, para que assim fosse possível inferir sobre a confiabilidade do instrumento como um todo e pelas dimensões temáticas.

Os valores de Alfa fundamentam-se no procedimento exploratório e não no procedimento inferencial, o que significa que o agrupamento dos dados da amostra não foi

utilizado para generalizar uma população, licenciandos e egressos de cursos de Licenciatura em Química de universidades públicas brasileiras (Bland & Altman, 1997). A análise da questão aberta do instrumento não será apresentada.

### 3. Resultados e Discussão

O instrumento foi respondido por 55 participantes, licenciandos e egressos do curso de Licenciatura em Química, dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Bahia. No Quadro 1 foi organizado o percentual de participantes que assinalaram os blocos e suas respectivas escalas, que estruturavam o instrumento.

**Quadro 1.** Porcentagem de participantes que responderam as dimensões do instrumento.

| Categoria | Resposta (%) |    |    |    | Categoria | Resposta (%) |    |    |    | Categoria | Resposta (%) |    |    |    |
|-----------|--------------|----|----|----|-----------|--------------|----|----|----|-----------|--------------|----|----|----|
|           | CT           | CP | DP | DT |           | CT           | CP | DP | DT |           | CT           | CP | DP | DT |
| A1        | 40           | 49 | 7  | 4  | B1        | 71           | 22 | 7  | 0  | C1        | 44           | 38 | 11 | 7  |
| A2        | 75           | 24 | 0  | 2  | B2        | 27           | 49 | 18 | 5  | C2        | 51           | 36 | 7  | 5  |
| A3        | 49           | 42 | 9  | 0  | B3        | 56           | 42 | 2  | 0  | C3        | 20           | 29 | 22 | 29 |
| A4        | 47           | 42 | 9  | 0  | B4        | 0            | 5  | 9  | 85 | C4        | 5            | 13 | 24 | 58 |
| A5        | 62           | 29 | 5  | 4  | B5        | 60           | 29 | 5  | 5  | C5        | 24           | 29 | 31 | 16 |
| A6        | 38           | 47 | 15 | 0  | B6        | 62           | 22 | 9  | 7  | C6        | 5            | 25 | 22 | 47 |

CT (Concordo totalmente), CP (Concordo Parcialmente), DP (Discordo Parcialmente) e DT (Discordo Totalmente). Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na descrição dos dados no Quadro 1, foi possível identificar que no Bloco A foram obtidas respostas majoritariamente concordantes, revelando uma maior segurança dos participantes com a teoria das colisões. Nesse sentido, em *a.3 - Reações químicas ocorrem quando substâncias reagentes formam novas substâncias com configurações (espaciais e de composição) diferentes e maior estabilidade termodinâmica do sistema*, 49% dos participantes concordam que os conceitos apresentados são totalmente corretos. Essa questão sugere que reações químicas ocorrem sempre para formar substâncias com configuração e composição diferentes das iniciais, buscando também a estabilidade termodinâmica. Porém, quando se considera a Segunda lei da termodinâmica, que trata da espontaneidade de um processo à pressão e temperatura constante, é possível refutar afirmação de que todas as

reações geram produtos mais estáveis termodinamicamente, uma vez que a reação acontece, desde que fornecida a energia necessária para o sistema reagir (Atkins e Jones, 2001). Assim, é possível *discordar parcialmente* dessa afirmação (a.3), pois apesar de sim, gerar produtos com configuração diferente, não necessariamente as reações químicas formam produtos mais estáveis termodinamicamente.

Em relação a proposição a.4 - *Durante uma reação química, as partículas se chocam, provocando um aumento da energia potencial do sistema, com máximo na formação do complexo ativado, que consiste no instante em que acontecem as quebras de ligações dos reagentes e formação das ligações do produto de reação*, 47% dos participantes concordam totalmente com as afirmações conceituais da proposição, enquanto que para 42% participantes os conceitos apresentados são adotados para explicar a maioria (concordo parcialmente) dos fenômenos envolvendo a duração das reações químicas. Por outro lado, os 9% dos participantes, consideram que a afirmação não pode ser considerada para explicar a maioria dos fenômenos associadas a teoria das colisões.

As duas proposições, a.3 e a.4, contemplam inferências à questão de variação de energia do sistema, porém, na proposição a.3, faz-se uma generalização quanto à estabilidade termodinâmica, desconsiderando a segunda lei da termodinâmica, que trata da espontaneidade das reações químicas, onde mesmo reações que formam produtos termodinamicamente menos estáveis que seus reagentes podem ocorrer se em condições específicas (Atkins & Paula, 2008). Nas respostas assinaladas pelos participantes para as duas proposições (a.3 e a.4), é possível perceber a concordância majoritária para ambas, mesmo tratando-se dos mesmos conceitos de maneiras distintas e não convergentes.

No Bloco B, conforme representado no Quadro 1, foram obtidas respostas menos aleatórias, de modo que duas das proposições que descrevem sobre a variação da velocidade considerando a teoria das colisões (*b.1-Em temperaturas maiores, a energia cinética das substâncias reagentes é maior, aumentando o número de choques entre elas. Por conta do número de choques ser maior, existe uma maior probabilidade de que eles sejam efetivos e b.3 - Quanto maior a temperatura, maior a energia cinética das partículas reagentes e com isso, maior é o número de choques efetivos. Portanto, acontece o aumentando da velocidade da reação*), não foram assinaladas pelos participantes a escala *Discordo totalmente*. Dessa maneira, a proposição que afirma que a temperatura não é uma condicionante para a velocidade de uma reação (b.4), não recebeu nenhuma resposta sinalizando total concordância com a proposição. Com isso, é possível observar que as respostas para as proposições foram dadas, em sua maioria de maneira não randômica.

Considerando-se a distribuição das respostas concedidas para o Bloco C, foi possível identificar a equivalência entre *concordância* e *discordância* nas proposições *c.3- Apenas a concentração do reagente limitante contribui para a variação da velocidade de reação* e *c.5- Quanto maior a concentração de reagentes, maior a quantidade de partículas com energia maior que energia de ativação da reação, portanto, maior a velocidade da reação*, o que indica que a concepção dos participantes não é homogênea sobre os conceitos apresentados nessas duas proposições. Nessa perspectiva, em a c.3 é feita a afirmação de que apenas a concentração do reagente limitante da reação é que influencia na velocidade da reação, enquanto a c.5 considera que quanto maior a concentração de reagentes, maior o número de partículas com energia maior que a energia de ativação da reação. As duas proposições fazem afirmações sem considerar um sistema específico ou fazer ponderações, o que torna a generalização feita um equívoco, visto que para as demais proposições, são feitas ressalvas sobre o sistema avaliado, como fatores constantes ou condições para análise (Atkins & Paula, 2008).

Para identificar-se a confiabilidade nas respostas concedidas pelos participantes para o questionário realizou-se o cálculo do Alfa de Cronbach para todo o instrumento e para cada um dos blocos A, B e C. Os resultados obtidos para o Alfa estão organizados no Quadro 2.

**Quadro 2.** Resultados para Alfa de Cronbach para o questionário todo e por tema.

| <b>Proposições</b>  | <b>Valor do Alfa de Cronbach</b> |
|---|----------------------------------|
| Bloco A - Teoria das colisões                             | 0.51                             |
| Bloco B - Influência da temperatura nas reações químicas  | 0.87                             |
| Bloco C - Influência da concentração nas reações químicas | 0.86                             |
| Bloco B e C   | 0.94                             |
| Questionário completo                                     | 0.64                             |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A confiabilidade do questionário completo de 0.64, apresentou valores confiáveis e, conseqüentemente uma consistência boa, produzindo mensurações estáveis, o que significa que as respostas concedidas pelos participantes para o conteúdo de cinética química são confiáveis.

A literatura sugere a realização do cálculo do alfa para cada item (Vieira, 2009), para identificar a correção de intensidade entre os itens. Em consonância, realizou-se o cálculo do Alfa para cada um dos Bloco A, B e C, como denota o Quadro 2. Em consonância, a

confiabilidade para o a Bloco B foi de 0.87 e para o Bloco C de 0.86, denotando uma confiabilidade alta para essas dimensões. Contudo, a confiabilidade do Bloco A foi baixa, 0.51, o que significa que essa dimensão não pode ser utilizada sozinha pois, reproduziria dados não confiáveis que impossibilitam a realização de generalizações para esse grupo de proposições (Salomi, Miguel, & Abackerli, 2005). Esse resultado é reflexo da aleatoriedade das respostas concedidas pelos participantes desta pesquisa, ou seja, a razão entre a soma das variâncias de cada questão e a variância de cada sujeito tende a zero.

No Quadro 2 destaca-se ainda que foi realizado o cálculo do Alfa para o questionário constituído pelas dimensões B e C, o que significa a purificação do questionário pela exclusão da dimensão A, para identificar o comportamento do alfa e identificar se ela influenciava na confiabilidade do instrumento (Gountas, Gountas, Reeves, & Moran, 2012; Parassuraman, Zeithan, & Berry, 1988). O valor do Alfa de 0.94 para o conjunto dessas dimensões revelou uma confiabilidade muito alta para o instrumento, sugerindo que o Bloco A não é essencial para o aumento de sua consistência interna (Vieira, 2009), o que sugere que esse bloco não é altamente correlacionável com os demais blocos.

Destaca-se que diferente do Bloco A, os Blocos B e C, apresentam proposições direcionadas a temáticas um pouco mais específicas sobre cinética química, a saber: Bloco B - Influência da temperatura nas reações químicas e Bloco C - Influência da concentração nas reações químicas. Os referidos blocos envolveram, além de descrição de conceitos, a avaliação teórica sobre os impactos de variações termodinâmicas (temperatura e concentração) nas reações químicas de sistemas conhecidos.

Identificou-se que as proposições que envolviam variações de temperatura e concentração de reagentes em um dado sistema apresentaram respostas menos aleatórias. Isso pode acontecer, pois ao avaliar uma proposição com caráter sistemático, que envolve um processo de identificação das condições de um sistema reacional e sua variação, é necessário fazer relações entre níveis macroscópico, que envolve a interpretação do sistema reacional como um todo, microscópico, que envolve a interação entre as moléculas envolvidas na reação, e simbólico, que condiz com as relações conceituais e propriedades químicas (Johnstone, 2006).

Inferiu-se que os participantes ao avaliarem proposições construídas tendo como fator comum um sistema com condições termodinâmicas conhecidas, realizaram um raciocínio objetivo para avaliar a proposição, o que pode ter refletido em respostas menos aleatórias.

Em virtude da baixa confiabilidade do Bloco A, realizou-se a sua purificação, para identificar se alguma de suas questões influenciava na sua confiabilidade. Nessa perspectiva, no Quadro 3 organizou-se os resultados dessa purificação.

**Quadro 3.** Resultado da purificação da escala para o Bloco A.

| Remoção | Alfa purificado |
|---------|-----------------|
| A1      | 0.57            |
| A2      | 0.60            |
| A3      | 0.58            |
| A4      | 0.58            |
| A5      | 0.59            |
| A6      | 0.53            |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os dados dispostos no Quadro 3, indicam que apesar da purificação do Bloco A, essa dimensão ainda continuou tendo uma baixa confiabilidade para ser adotada sozinha.

#### 4. Considerações Finais

De modo geral, o objetivo desta pesquisa foi alcançado, pois foi possível avaliar a confiabilidade de um instrumento que analisa o conhecimento de futuros professores e egressos de cursos de licenciatura em química sobre cinética química. Em consonância, o valor de confiabilidade para todo o instrumento foi 0.64, sugerindo uma consistência interna aceitável para um instrumento de pesquisa exploratória.

Contudo, os valores do Alfa por Bloco, sugeri que a dimensão A tem uma baixa confiabilidade (0.51), sugerindo que esse bloco só deve ser adotado com os demais blocos. Por outro lado, os Blocos B e C, podem ser adotados separadamente, pois possuem alta confiabilidade, que são respectivamente, 0.87 e 0.86.

Quando foi realizada purificação do instrumento excluindo o Bloco A, o questionário apresentou uma alta confiabilidade 0.94, o que sugere que o Bloco A, diminui a sua confiabilidade. Dessa maneira, pretende-se realizar em uma pesquisa futura a reaplicação do questionário com a remoção da dimensão A, para analisar se a confiabilidade do instrumento será alta.

Sucintamente, considera-se que o instrumento pode ser utilizado em pesquisas futuras que envolvam cursos de formação inicial de professores de química, para trabalhar com o

desenvolvimento conhecimento docente sobre cinética química. Essa formação pode ser valiosa para os licenciandos e contribuir para pensarem sobre os planejamentos de aulas, as dificuldades conceituais dos estudantes da educação básica e quem sabe refletir em um ensino de química para a formação cidadão. Contribuindo assim, para promover processos reflexivos que propicie o desenvolvimento profissional desses futuros professores de química.

De modo geral, acredita-se que os licenciandos ao trabalharem com as suas dificuldades conceituais em cinética química e com as limitações dos discentes da educação básica descritas na literatura, ainda na formação inicial, pode propiciar uma formação diferenciada desses futuros professores ao minimizar o hiato existente entre o conteúdo e a sua transformação pedagógica.

### **Agradecimentos**

Agrademos aos licenciandos e egressos dos cursos de Licenciatura que aceitaram participar desta pesquisa.

### **Referências**

- Aliaga, M., & Gunderson, B. (2002). *Interactive statistics*. New Jersey: Prentice Hall.
- Atkins, P. W., & Paula, J. D. (2008). *Físico-Química*, vol. 1. Editora LTC: Rio de Janeiro.
- Atkins, P., Jones, L., & Laverman, L. (2001). *Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. Bookman Editora.
- Bain, K., & Towns, M. H. (2016). A review of research on the teaching and learning of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 246-262.
- Bittencourt, H. R., Creutzberg, M., Rodrigues, A. C. M., Casartelli, A. O., & Freitas, A. L. S. (2011). Desenvolvimento e validação de um instrumento para avaliação de disciplinas na educação superior. *Estudos em Avaliação Educacional*, 22(48), 91-114.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (2012). Cronbach's alpha. *British Medical Journal*, 314(7080), 314-572.

Cakmakci, G. (2010). Identifying Alternative Conceptions of Chemical Kinetics among Secondary School and Undergraduate Students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 449-445.

Castro, M. C., Siraque, M., & Tonin, L. T. D. (2017). Aprendizagem significativa no ensino de cinética química através de uma oficina problematizadora. *Actio: Docência em Ciências*, 2(3), 151-167.

Chairam, S., Klahan, N., & Coll, R. (2015). Exploring secondary students' understanding of chemical kinetics through inquiry-based learning activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 937-956.

Cotta, J. A. O., Gomes, B. M., Andrade, F. L. S., Figueiredo, G. C. N., Souza, G. K. F., Linhares, Í. L., Gomes, J. D., Santos, J. M. B., Gomes, L. A., Carmo, N. H., Melo, P. E. S., Santos, P. H. F., Carneiro, R. P. C., & Torres, R. Q. Q. F. (2019). Ensino-aprendizagem de cinética e eletroquímica com uso de atividades experimentais: estudo de caso no ensino superior. *Research, Society and Development*, 9(2), 1-19.

Cronbach, L. J., & Shavelson, R. J. (2004). My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. *Educational and Psychological Measurement*, 64(3), 391-418.

DeVillis, R. F. (2003). *Scale Development: theory and applications* (4th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In: Gilbert, J. K., & Treagust, D. F., (Eds.). *Multiple Representations in Chemical Education*. Berlin: Springer.

Gountas, J., Gountas, S., Reeves, R. A., & Moran, L. (2012). Desire for fame: scale development and association with personal goals and aspirations. *Psychology and Marketing*, 29(9), 680-689.

Hair Júnior, A., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2009). *Multivariate data analysis*. (7a ed.) New Jersey: Prentice Hall.

Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 49-63.

Justi, R. (2003). Teaching and Learning Chemical Kinetics. In: J.K. Gilbert; R. Justi; D.F. Treagust; J.v. Driel; O.d. Jong. (Org.). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer..

Justi, R., & Ruas, R. M. (1997). Aprendizagem de química reprodução de pedaços isolados de conhecimentos?. *Química Nova na Escola*, (5), 24-27.

Karous, H., Nihant, B., & Leyh, B. (2018). Learning chemical kinetics at secondary school level: Misconceptions and alternative approach. In: Finlayson, O. E., McLoughlin, E., Erduran, S., & Childs, P. (Org.). *Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference. Research, Practice and Collaboration in Science Education*. 1ª ed. Dublin: Dublin City University.

Kiouranis, N. M. M., & Reis, J. M. C. (2013). Identificando obstáculos epistemológicos em conteúdos de cinética química. In: IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2013, Girona - Espanha. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Leontitsis, A., & Pagge, J. (2007). A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance. *Mathematics and Computers in Simulation*, 73, 336-340.

Marani, P. F., Oliveira, T. A. L., & Sá, M. B. Z. (2017). Concepções sobre Cinética Química: a influência da Temperatura e da Superfície de Contato. *Actio: Docência em Ciências*, 2, 321-341.

Martorano, S. A. A., & Marcondes, M. E. R. (2009). As concepções de ciência dos livros didáticos de Química, dirigidos ao Ensino Médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(3), 341-355.

Martorano, S. A. A., Marcondes, M. E. R., & Carmo, M. P. (2010). A Reconstrução Histórica da Cinética Química: Elaboração e aplicação de um instrumento para investigar as ideias dos alunos sobre esse tema. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15. Brasília: SBQ.

Melo, M. S., & Silva, R. R. (2019). Os três níveis do conhecimento químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional. *Revista Exitus*, 9(5), 301-330.

Miranda, C. L., Pereira, C. S., & Rezende, D. B. (2015). Modelos Didáticos e Cinética Química: Considerações sobre o que se observou nos Livros Didáticos de Química Indicados pelo PNLEM. *Química Nova na Escola*, 37(3), 197-203.

Mortimer, E. F., Machado, A. H., & Romanelli, L. I. (2000). A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Revista Química Nova*, 23(2), 273-283.

Nogueira, K. S. C., Cubero, J., Goes, L. F., & Fernandez, C. (2017). Construção de um questionário para identificação de concepções sobre radicais livres e antioxidantes. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

Parassuraman, A., Zeithami, V. A., & Berry, L. L. (1985). A conceptual model of servicequality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, 49(4), 41-50.

Pasquali, L. (2003). *Psicometria: Teoria dos testes na Psicologia e na Educação*. Petrópolis: Vozes.

Salomi, G. G. E., Miguel, P. A. C., & Abackerli, A. J. (2005). SERVQUAL x SERVPERF: comparação entre instrumentos para avaliação da qualidade de serviços internos. *Gestão & Produção*, 12(2), 279-293.

Santos, A. O., Silva, R. P., Andrade, D., & Lima, J. P. M. (2013). Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). *Scientia Plena*, 9(7), 1-6.

Vieira, S. (2009). *Como elaborar questionários*. São Paulo: Atlas.

Zappe, J. A., & Sauerwein, I. P. S. (2019). O ensino de Cinética Química nos periódicos nacionais. In: Voigt, C. L. (Org.). *O ensino de química 2*. Ponta Grossa: Atena Editora. 97-111.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Ricardo de Oliveira – 60%

Ismael Casagrande Bellettini – 20%

Keysy Solange Costa Nogueira – 20%