



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Kellyne Andressa Aquino de Souza

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA  
AVALIAR AS HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE  
ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL  
MÉDIO EM QUÍMICA**

Belo Horizonte

2021

Kellyne Andressa Aquino de Souza

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA  
AVALIAR AS HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE  
ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL  
MÉDIO EM QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Terezinha Ribeiro Alvim

Linha de pesquisa: Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia

Agência de fomento (bolsa): FAPEMIG

Belo Horizonte

2021

Souza, Kellyne Andressa Aquino de

S729c      Construção e validação de um instrumento para avaliar as habilidades técnicas laboratoriais de estudantes da educação profissional técnica de nível médio em química / Kellyne Andressa Aquino de Souza. – 2021.

116 f.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica.

Orientador: Alexandre da Silva Ferry.

Coorientadora: Terezinha Ribeiro Alvim.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

1. Química – Estudo e ensino (Ensino médio) – Teses. 2. Laboratórios de química – Teses 3. Ensino técnico – Teses. 4. Estudantes do ensino médio – Teses. 5. Habilidades de laboratório – Teses. 6. Modelos Rasch – Teses.

I. Ferry, Alexandre da Silva. II. Alvim, Terezinha Ribeiro. III. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. IV. Título.

CDD 371.33



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET  
Portaria MEC n°. 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

Kellyne Andressa Aquino de Souza

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA  
AVALIAR AS HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE  
ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL  
MÉDIO EM QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, em 07 de dezembro de 2021, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:

**Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry – Orientador**  
**Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Terezinha Ribeiro Alvim – Coorientadora**  
**Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flavia Regina de Amorim**  
**Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**

**Prof. Dr. Geide Rosa Coelho**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade e realização dessa conquista, pois só ele sabe como eu almejava o mestrado. Obrigada, meu Pai!

Ao meu orientador Alexandre Ferry, por me acolher e transmitir tantos ensinamentos com carinho e generosidade. Obrigada, professor, você fez a diferença na minha vida. Agradeço imensamente a minha coorientadora Terezinha Alvim, que sempre esteve ao meu lado ofertando todo o apoio desde o começo da minha pesquisa. Obrigada, Terezinha!

A todos da minha família que sempre me apoiaram, irmãos, madrinhas, avós e tias. Em especial aos meus pais, Carlos e Kátia, por todo amor, felicidade e orações diárias.

Ao César por sempre ter ficado ao meu lado, ajudando, torcendo, incentivando e transmitindo alegria às minhas conquistas.

Aos meus amigos Helton, Maysa, Kenia e Junior, que me incentivaram e ajudaram a conquistar a oportunidade de realizar esse sonho.

Aos amigos Marina, Arielle, Luciana, Vinicius, Rana, Cris e Silvia pelo companheirismo, pela troca, ajuda e amizade. E a todos do CEFET-MG e GEMATEC, que contribuíram em cada momento do mestrado.

À instituição CEFET-MG e às agências de fomento CEFET-MG e FAPEMIG pela bolsa de estudos disposta durante o mestrado.

Souza, Kellyne Andressa Aquino de. Avaliação do Desenvolvimento de Habilidades Técnicas Laboratoriais de Estudantes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio em Química. Orientador: Alexandre da Silva Ferry. Coorientadora: Terezinha Ribeiro Alvim. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2021.

## RESUMO

As habilidades técnicas estão entre as competências almejadas em cursos da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM), em que os alunos têm a oportunidade de desenvolvê-las ou aperfeiçoá-las no espaço laboratorial. No presente estudo, desenvolvido na linha de pesquisa sobre “Práticas Educativas e Tecnologias Educacionais” do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, foram investigados o desenvolvimento de habilidades técnicas por parte de estudantes de um curso técnico em Química nas atividades de preparo de soluções e sua adequação a um modelo estatístico dicotômico, conhecido como modelo Rasch, a fim de obter elementos para construção de instrumentos de avaliação adequados para o uso em disciplinas técnicas. Partindo-se do pressuposto de que as habilidades técnicas laboratoriais se constituem como traços latentes no processo formativo da profissionalização dos sujeitos, a sua avaliação pode se constituir como um problema de difícil resolução para professores de disciplinas técnicas-profissionalizantes, como as que são ofertadas em cursos técnicos de nível médio, em decorrência da dificuldade de se medir um atributo pouco tangível. Contudo, considera-se a possibilidade de se mensurar o desempenho das habilidades técnicas por meio de variáveis observáveis, indicadoras desse atributo, utilizando-se modelos de análise que combinam aspectos qualitativos e quantitativos, como o modelo estatístico dicotômico desenvolvido pelo dinamarquês Georg Rasch (1901-1980). O trabalho fundamentou-se em uma metodologia de caráter quali-quantitativo, para a qual foi elaborado um instrumento do tipo *checklist* a partir de um documento de laboratório das disciplinas técnicas, chamado de Procedimento Operacional Padrão para o preparo de soluções e para a realização de medidas de massa. O *checklist* foi preenchido por meio da observação, acompanhada de registros em vídeo de aulas desenvolvidas em um dos laboratórios de ensino do referido curso existentes no campus 1 do CEFET-MG. Os dados gerados pelo preenchimento do *checklist* foram validados por meio do modelo de Rasch, para construção das medidas intervalares das habilidades técnicas. O instrumento elaborado mostrou-se válido para mensurar essas habilidades. Assim, considera-se que a utilização desse instrumento poderia se constituir como uma ferramenta adequada para a avaliação do desenvolvimento desse tipo de habilidade e, conseqüentemente, da aprendizagem do(a) estudante no ambiente do laboratório escolar.

**Palavras-chave:** Ensino técnico. Habilidades laboratoriais. Modelo Rasch.

Souza, Kellyne Andressa Aquino de. Avaliação do Desenvolvimento de Habilidades Técnicas Laboratoriais de Estudantes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio em Química. Orientador: Alexandre da Silva Ferry. Coorientadora: Terezinha Ribeiro Alvim. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2021.

## ABSTRACT

Technical skills are among the competencies longed for High School Technical Professional Education courses, in which students have the opportunity to develop or to improve them in the laboratory environment. In this study, developed in the line of research on "Educational Practices and Educational Technologies" of the Graduate Program in Technological Education at CEFET-MG, we have researched the development of technical skills by students of a technical course in Chemistry in the activities of preparation of solutions and their adequacy to a dichotomous statistical model, known as the Rasch model, in order to obtain elements for the construction of assessment instruments suitable for use in technical subjects. Assuming that technical laboratory skills are latent traits in the formative process of the professionalization of subjects, their assessment can constitute a difficult problem for teachers of technical-professionalizing disciplines, such as those offered in high school technical courses, due to the difficulty of measuring an intangible attribute. However, there is a possibility to measure the performance of technical skills through observable variables that indicate this attribute, using analysis models that combine qualitative and quantitative aspects, such as the dichotomous statistical model developed by the Danish mathematician Georg Rasch (1901-1980). The work was based on a qualitative-quantitative methodology, for which a checklist-type instrument was developed from a laboratory document of the technical disciplines, called the Standard Operating Procedure for the preparation of solutions and for carrying out mass measurements. The checklist was completed through observation, accompanied by video recordings of classes developed in one of the teaching laboratories of the aforementioned course on *campus* 1 of CEFET-MG. The data generated by completing the checklist were validated using the Rasch model, for construction of interval measures of technical skills. The elaborated instrument proved to be valid for measuring these abilities. Thus, it is considered that the use of this instrument could constitute an adequate tool to assess the development of this type of skill and, consequently, the student's learning in the school laboratory environment.

**Keywords:** Technical education. Laboratory skills. Rasch model.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Revisão de Literatura. ....	21
Figura 2 – Curva Característica do Item (CCI). ....	42
Figura 3 – Mapa de Wright com dados sobre a compreensão conceitual de eletrólitos de alunos na China.....	44
Figura 4 – Unidade de análise situada entre os campos de estudos envolvidos nesta pesquisa...48	
Figura 5 – Layout simplificado do laboratório de Físico-Química (sala 412) do Campus I do CEFET-MG, com o posicionamento das câmeras de vídeo e as posições das duplas de estudantes. ....	51
Figura 6 – Transferência da massa para o recipiente sobre prato da balança.....	53
Figura 7 – Realização da dissolução completa do soluto no béquer. ....	53
Figura 8 – Transferência do líquido no balão volumétrico .....	54
Figura 9 – Transferência da solução lavando bem as paredes do funil. ....	54
Figura 10 – Destampou o balão e completou o volume. ....	54
Figura 11 – Homogeneização da solução invertendo o balão volumétrico.....	55
Figura 12 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa. ....	66
Figura 13 – Variabilidade dos escores brutos das três subturmas por ocasião.....	70
Figura 14 – Proporção de variância explicada prevista para existir em dados dicotômicos.....	74

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Artigos encontrados e selecionados no banco de dados SciELO Brasil.....	23
Quadro 2 – Artigos encontrados e selecionados no banco de dados Wiley Online Library. ...	24
Quadro 3 – Artigos encontrados e selecionados no banco de dados ERIC ProQuest. ....	25
Quadro 4 – Artigos pré-selecionados para revisão bibliográfica. ....	25
Quadro 5 – Artigos selecionados para compor o <i>corpus</i> da primeira questão norteadora. ....	26
Quadro 6 – Artigos selecionados para compor o <i>corpus</i> da segunda questão norteadora.....	26
Quadro 7 – <i>Checklist</i> preenchido por meio da análise dos registros em vídeo. ....	60
Quadro 8 – Itens do <i>checklist</i> que obtiveram Infit(MnSq) mínimo (0) para todos os participantes.....	78
Quadro 9 – Análise do <i>checklist</i> do estudante T333 na terceira ocasião em que atingiu o escore bruto de 8 acertos .....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz esquemática da aplicação de 25 itens a 36 sujeitos em 3 ocasiões. ....	62
Tabela 2 – Escore bruto de cada estudante por ocasião. ....	68
Tabela 3 – Escore bruto individual dos alunos durante as três ocasiões. ....	70
Tabela 4 – Mapa de distribuições de pessoas e itens.....	73
Tabela 5 – Tabela de variância residual padronizada.....	75
Tabela 6 - Mapa de distribuições de pessoas e itens. ....	76
Tabela 7 – Resumos dos dados dos itens.....	80
Tabela 8 – Resumos dos dados dos sujeitos.....	81

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1</b> .....	41
<b>Equação 2</b> .....	42

## **LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS**

AMTEC – Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

EPTNM – Educação Profissional Técnica de Nível Médio

ERIC – ProQuest Educational Resources Information Center

FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

GEMATEC – Grupo de Estudo de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência

MEC – Ministério da Educação

POP – Procedimento Operacional Padrão

SciELO BRASIL – Scientific Electronic Library Online

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA E OBJETO DE ESTUDO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 APRESENTAÇÃO DA PESQUISADORA</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	15
1.3.2 <i>Objetivo Específico</i> .....	15
<b>1.4 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO LABORATORIAL</b> .....	<b>15</b>
<b>1.5 MODELO DICOTÔMICO DE RASCH</b> .....	<b>17</b>
<b>1.6 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>19</b>
<b>1.7 PANORAMA DO TRABALHO</b> .....	<b>20</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>22</b>
2.1.1 <i>Expressões booleanas elaboradas e resultados das buscas</i> .....	22
<b>2.2 AVALIAÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS EM CIÊNCIAS</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3 HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS EM CIÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4 EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO</b> .....	<b>30</b>
<b>2.5 MODELO DICOTÔMICO DE RASCH</b> .....	<b>33</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1 AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES PRÁTICAS LABORATORIAIS</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2 MODELO DICOTÔMICO DE RASCH PARA MENSURAÇÃO</b> .....	<b>40</b>
3.2.1 <i>Mapa de Wright</i> .....	43
3.2.2 <i>Confiabilidade e separação dos dados</i> .....	44
3.2.3 <i>O modelo de Georg Rasch</i> .....	45
<b>3.3 DELIMITAÇÃO CONCEITUAL DAS “HABILIDADES”</b> .....	<b>46</b>
<b>3.4 UNIDADE DE ANÁLISE</b> .....	<b>47</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>49</b>
<b>4.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES</b> .....	<b>49</b>
<b>4.2 PRODUÇÃO DOS REGISTROS EM VÍDEO</b> .....	<b>50</b>
<b>4.3 PREPARO DE SOLUÇÕES AQUOSAS A PARTIR DE UM SOLUTO SÓLIDO</b> .....	<b>51</b>
<b>4.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS REGISTROS</b> .....	<b>56</b>

<b>4.5</b>	<b>COMPORTAMENTOS DOS ESTUDANTES NO ESPAÇO LABORATORIAL .....</b>	<b>56</b>
<b>4.6</b>	<b>CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA HABILIDADE TÉCNICA .....</b>	<b>58</b>
<b>4.7</b>	<b>CONSTRUÇÃO DA ESCALA RASCH.....</b>	<b>61</b>
<b>4.8</b>	<b>APLICAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS PELO MODELO RASCH.....</b>	<b>62</b>
<b>4.9</b>	<b>ASPECTOS ÉTICOS DA INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>67</b>
<b>5.1</b>	<b>ANÁLISE DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA HABILIDADE TÉCNICA.....</b>	<b>67</b>
<b>5.2</b>	<b>ANÁLISE DO AJUSTE DOS DADOS NO MODELO RASCH.....</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>83</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do tema e objeto de estudo

A pesquisa apresentada nesta dissertação foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, na linha de pesquisa de Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia, a fim de investigar as habilidades técnicas laboratoriais devido à relevância dessa competência no contexto da Educação Tecnológica. Considerando que as habilidades técnicas podem ser adquiridas em uma disciplina de caráter experimental, percebe-se que o relatório descrito pelos estudantes a respeito das técnicas químicas executadas no laboratório após a aula prática é o meio recorrente que os professores têm apresentado para avaliar o(a) estudante. Acredita-se, entretanto, que possa haver outros critérios muito bem definidos.

Este trabalho foi desenvolvido a partir da reflexão sobre como realizar o processo de avaliação de desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais de modo válido, utilizando o modelo dicotômico estatístico desenvolvido pelo matemático dinamarquês Georg Rasch (1901-1980), no contexto de uma disciplina de caráter prático-profissional da EPTNM.

Partindo-se do pressuposto de que as habilidades técnicas laboratoriais se constituem como traços latentes no processo formativo da profissionalização dos sujeitos, a sua avaliação pode se constituir como um problema de difícil resolução para professores(as) de disciplinas técnicas-profissionalizantes, como as que são ofertadas em cursos técnicos de nível médio, em decorrência da dificuldade de se medir um atributo que não é diretamente visível. De acordo com Alvim (2011), para que se possa mensurar e analisar o desempenho das habilidades técnicas obtidas através de observações, é preciso transformar as variáveis observáveis em medidas por meio de modelos estatísticos.

Assim, considera-se a possibilidade de se mensurar o desempenho das habilidades técnicas por meio de variáveis observáveis, indicadoras desse atributo, utilizando modelos de análise que combinam aspectos qualitativos e quantitativos, como o modelo estatístico dicotômico desenvolvido por Georg Rasch.

É pertinente desdobrar essa questão de pesquisa em duas questões específicas: 1) Como avaliar o processo do desenvolvimento de habilidades laboratoriais em estudantes de um curso técnico em Química? 2) Como desenvolver um instrumento de avaliação válido para o acompanhamento do desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais?

Portanto, considerando a problemática apresentada, juntamente com a questão de pesquisa e seus desdobramentos, realiza-se a pesquisa a partir da observação e análise de registros visuais de técnicas laboratoriais desenvolvidas por estudantes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio em Química no “Laboratório de Físico-Química” do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

O instrumento desenvolvido para avaliação nessa investigação foi do tipo *checklist*, criado a partir de um documento de laboratório das disciplinas técnicas-profissionalizantes do Curso Técnico em Química do CEFET-MG, chamado de Procedimento Operacional Padrão (POP) para o preparo de soluções e para a realização de medidas de massa em balança eletrônica. Posteriormente, os *checklists* foram analisados por meio do modelo dicotômico de Georg Rasch, através do software WINSTEPS®, que possibilitou a validação do instrumento elaborado com boa confiabilidade.

## 1.2 Apresentação da Pesquisadora

Ao cursar Engenharia Química no Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, a pesquisadora teve a oportunidade de atuar como professora de Matemática e Ciências em escolas da rede pública e privada nas cidades de Belo Horizonte e Contagem, em Minas Gerais. Após a conclusão do bacharelado, em 2016, continuou envolvida com o setor acadêmico e buscou ampliar as possibilidades de atuação como professora por meio do curso de Formação Pedagógica para Graduados não Licenciados em Química, concluído em 2018.

No ano seguinte, iniciou seus estudos e sua pesquisa de mestrado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Nessa instituição, teve a oportunidade de participar do Grupo de Estudos de Modelos, Metáforas e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência – GEMATEC, liderado pelo Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem e, posteriormente, pelo orientador Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry. Em 2021, com o mestrado em curso, a pesquisadora apresentou dois trabalhos relacionados à pesquisa em eventos nacionais. O primeiro deles, que consistiu na exposição dos resultados iniciais da investigação, foi apresentado no 20º Encontro Nacional de Ensino de Química, ENEQ Pernambuco – UFRPE/UFPE e, adiante, foi publicado como artigo científico na edição especial da revista *Scientia Naturalis*. O segundo trabalho foi apresentado no XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC em Redes, com os resultados completos da investigação.

## **1.3 Objetivos**

### *1.3.1 Objetivo Geral*

Construir e validar um instrumento para avaliar, em processo, as habilidades técnicas laboratoriais, a fim de contribuir para a compreensão do processo de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM).

### *1.3.2 Objetivo Específico*

Analisar o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais por parte de estudantes de um Curso Técnico em Química da Educação Profissional Técnica de Nível Médio e sua adequação a um modelo estatístico dicotômico, conhecido como modelo Rasch, a fim de obter elementos e conclusões capazes de permitir a construção de instrumentos de avaliação adequados para o uso em disciplinas técnicas.

## **1.4 Avaliação de desempenho laboratorial**

A construção e o compartilhamento de significados da Ciência, particularmente da Química, constituem um processo desafiador pela natureza demasiadamente abstrata de muitos de seus conceitos. Caso esse processo não seja conduzido de forma a assegurar a atribuição de sentidos ao que está sendo estudado pelos alunos, pode-se acabar gerando equívocos conceituais e práticos que poderão acompanhar o(a) estudante em sua vida acadêmica e até mesmo profissional. Tendo em vista a importância do laboratório escolar como espaço de aprendizagem facilitador para assimilação e compreensão dos conhecimentos conceituais e procedimentais, a inserção das aulas práticas em laboratório tende a proporcionar uma visão ampla desses conceitos durante a formação dos alunos.

Porém, cada aluno(a) possui uma natureza abstrata de suas ideias no processo de aprendizagem, aptidões e capacidades ao adquirir novos conceitos, ou seja, a concepção que o(a) estudante formará sobre esses conceitos em estudo dar-se-á por sua vivência individual, da mesma forma como suas limitações podem ocasionar concepções errôneas sobre determinadas práticas estudadas. Assim, considera-se fundamental que cada estudante possa adquirir e aplicar

o conhecimento das técnicas laboratoriais em diferentes situações, com aprendizagem significativa, tornando-se capaz de executar de forma correta e segura qualquer instrumento e procedimento químico laboratorial.

Segundo Sedumedi (2016), as atividades práticas possibilitam aos professores avaliarem, ao mesmo tempo, o conhecimento dos alunos e suas habilidades. Para Andrade e Viana (2017) as aulas práticas podem influenciar de forma positiva ao longo do processo de aprendizagem dos estudantes, sendo necessário, porém, aliar a atividade experimental às avaliações mediadoras e reguladoras. Nesse âmbito avaliativo, os autores Lemos e Sá (2013) observam a predominância de uma avaliação tradicionalista, excludente e injusta usada como meio de pontuar e selecionar os alunos, ao passo que a busca deveria ser por uma avaliação mediadora, capaz de diagnosticar e intervir na aprendizagem daqueles alunos durante toda a prática educativa, auxiliando-os a superar suas dificuldades.

Apesar disso, Prades e Espinar (2010) ressaltam que os professores carecem de critérios específicos para avaliar os alunos no laboratório, resultando em uma avaliação de forma mais subjetiva do desempenho do que, de fato, da aprendizagem de suas habilidades. De acordo com Hancock e Hollamby (2020, p. 974, tradução nossa): “todas as tentativas de aprimorar as habilidades práticas de química podem ser fúteis se os alunos não perceberem seus esforços para serem recompensados, ou seja, as habilidades práticas devem ser avaliadas”<sup>1</sup>. Há, portanto, uma dificuldade presente, assim como no campo das Ciências Humanas, de se mensurarem atributos que não são diretamente visíveis, como as habilidades técnicas dos alunos.

Wu e Adams (2007) fornecem um exemplo que permite a percepção de um problema na medição desses atributos:

Um professor pode fornecer uma pontuação de realização do aluno em matemática. Estes podem fornecer aos alunos e responsáveis alguma informação sobre o progresso na aprendizagem. Mas as pontuações geralmente não fornecem muita informação além da sala de aula<sup>2</sup>. (WU; ADAMS, 2007, p. 4, tradução nossa).

A partir desse exemplo, pode-se entender que avaliar o desempenho acadêmico de um(a) aluno(a) se configura como um procedimento limitado a tarefas pontuadas. Segundo Johnstone e Shuaili (2001, p. 49-50, tradução nossa) seria “até possível obter resultados satisfatórios sem

---

<sup>1</sup> All attempts to enhance practical chemistry skills may be futile if the students do not perceive their efforts to be rewarded, i.e., practical skills must be assessed. (HANCOCK; HOLLAMBY, 2020, p. 974).

<sup>2</sup> A teacher may provide a score of student achievement in mathematics. These may provide the students and parents with some information about progress in learning. But the scores will generally not provide much information beyond the classroom. (WU; ADAMS, 2007, p. 4).

fazer o experimento, desde que haja bons amigos”<sup>3</sup>. Em outras palavras, um dos problemas relacionados à avaliação do desempenho dos estudantes em atividades realizadas nos laboratórios escolares se caracteriza pelo fato de eles serem avaliados quase que unicamente por meio da elaboração de relatórios, sendo esse procedimento decorrente da ausência ou deficiência de critérios objetivos na avaliação de atividades experimentais.

### **1.5 Modelo dicotômico de Rasch**

Nas Ciências Humanas, o que se obtém na relação entre um elemento observável e um constructo teórico é mais delimitado a uma resposta probabilística. Na prática, considera-se que, desde que as informações sejam úteis e coerentes, a resposta probabilística nos parece a mais apropriada nas Ciências Humanas pela subjetividade de interpretações dos dados analisados. Por exemplo, em uma análise de dados dicotômicos, haverá grande probabilidade de um(a) estudante executar um teste corretamente, caso sua habilidade também for grande para responder aos itens do teste.

Quando o objeto de estudo da pesquisa é um traço latente, como as habilidades de um(a) estudante no espaço laboratorial, utilizam-se os modelos matemáticos apropriados para atribuir ao objeto um caráter de medida para que os traços latentes possam ser medidos. Nesse sentido, conforme sintetizam Wu e Adams (2007), o matemático dinamarquês Georg Rasch desenvolveu um modelo probabilístico de mensuração capaz de prever a probabilidade de sucesso de uma pessoa em um item (execução de uma tarefa), dependendo da habilidade da pessoa e da dificuldade do item.

O modelo criado por Rasch (1960) possui uma propriedade chamada “objetividade específica”, que é a condição de independência ao se realizar a comparação entre dois objetos e as condições sob as quais foram feitos. Por exemplo, ao se compararem as habilidades entre duas pessoas, como ressaltam Wu e Adams (2007), não se consideram itens específicos que estas pessoas responderam. Além disso, para que se possam obter medidas válidas, faz-se necessária a certificação de que a relação entre os traços latentes e as variáveis observáveis pode ser representada em uma escala intervalar, razão pela qual as pesquisas em Ciências Humanas têm se apropriado desse modelo. Em síntese, Karlin e Karlin (2018) definiram assim o modelo de Rasch:

---

<sup>3</sup> It is even possible to get satisfactory results without doing the experiment at all, provided one has good friends! (JOHNSTONE; SHUAILI, 2001, p. 49-50).

Talvez uma boa maneira de resumir o modelo de medição Rasch é que ele é um método de análise de dados de resposta, em que tanto as questões do teste (referidas como itens neste artigo) como as pessoas que fazem o teste (referidas como indivíduos neste artigo) são incorporadas a um modelo matemático preditivo. O modelo de medição Rasch usa os dados de resposta das perguntas de um teste para prever como cada pessoa deve responder a cada pergunta. Neste processo, os dados ordinais de respostas corretas e incorretas são convertidos em dados de intervalo <sup>4</sup>[...]. (KARLIN; KARLIN, 2018, p. 77, tradução nossa).

A conversão de dados ordinais em intervalares acontece tanto para as pessoas quanto para as respostas dos itens. Assim, o modelo Rasch atribui um valor específico para cada pergunta de um teste, caracterizando as perguntas com uma medida de maior ou menor dificuldade, e cada pessoa analisada também recebe uma medida de habilidade representando a habilidade do investigado no construto observado. De acordo com Wu e Adams (2007), a relação entre os valores estimados das medidas aos dados observáveis consiste nas características fundamentais de mensuração.

Dentre os modelos da “família” Rasch, o mais conhecido é o modelo dicotômico que se comporta em função de dois parâmetros: o certo ou o errado. Isto é, o modelo dicotômico de Rasch é capaz de medir somente um construto de cada vez, por meio de uma função matemática capaz de traçar, ou seja, “os modelos de resposta ao item normalmente aplicam uma função matemática para modelar a probabilidade de resposta de um aluno a um item, como uma função do nível de ‘habilidade’ do aluno”<sup>5</sup> (WU; ADAMS, 2007, p. 28, tradução nossa). Ressalta-se que esse modelo não se ajusta aos dados inseridos, mas apenas constrói uma escala intervalar com os dados inseridos, se os dados se ajustarem a ele.

As condições necessárias para que o Modelo Rasch possa gerar medidas confiáveis são a unidimensionalidade e o ajuste dos itens do instrumento ao modelo (LINACRE, 2020), por meio do traço latente que esteja medindo. Assim, a validação do teste consiste em relacionar os dados obtidos dos itens e das habilidades das pessoas aos dados previstos do modelo. Uma vez que os dados se ajustaram ao modelo, considera-se que o teste foi válido.

---

<sup>4</sup> Perhaps a good way to summarize the Rasch measurement model is that it is a method of analyzing response data, in which both the questions on the test (referred to as items in this paper) and the people taking the test (referred to as persons in this paper) are incorporated into a predictive mathematical model. The Rasch measurement model uses the response data from a test's questions to predict how each person should respond to each question. In this process, ordinal data of correct and incorrect responses are converted into interval data. (KARLIN; KARLIN, 2018, p. 77).

<sup>5</sup> Item response models typically apply a mathematical function to model the probability of a student's response to an item, as a function of the student's “ability” level. (WU; ADAMS, 2007, p. 28).

O modelo dicotômico de Rasch será mais detalhado no capítulo de fundamentação teórica, assim como nos capítulos seguintes de metodologia e análises, em que serão apresentadas, por meio de figuras e explicações, as etapas de análise, características e atribuições do modelo.

## **1.6 Justificativa**

No campo educacional, especialmente nas Ciências Humanas, quando se trata de medir um traço latente, ou seja, mensurar algo que não possa ser medido por meio de instrumentos padronizados, como o desenvolvimento das habilidades técnicas do(a) estudante durante o curso, a avaliação pode se tornar um problema para os professores em decorrência da dificuldade de se medir um atributo que não é diretamente visível, o que pode originar resultados equivocados sobre o desempenho estudantil.

Apesar de o curso técnico em Química contar com aulas práticas nos laboratórios, a avaliação do desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais por parte dos professores sobre o desempenho dos estudantes, aparentemente, não tem sido realizada de forma a permitir que os professores tenham uma percepção ou compreensão mais acurada sobre o real desenvolvimento dessas habilidades, em decorrência da dificuldade de se perceber ou medir traços latentes.

Visto que o profissional técnico de nível médio em Química irá operar e coordenar processos químicos fundamentados não só nas teorias estudadas, mas nos procedimentos químicos experimentais das aulas práticas, considera-se importante avaliar a realização dos procedimentos executados pelos estudantes durante as aulas no laboratório, bem como seu desempenho e, conseqüentemente, sua aprendizagem ao longo do curso, de modo que a avaliação não fique restrita à atribuição de notas por meio da correção de relatórios produzidos pelos estudantes sobre a atividade experimental realizada. Esse procedimento de avaliação não é pedagogicamente suficiente para acompanhar e avaliar a aprendizagem proporcionada por meio das atividades de laboratório, tampouco a aprendizagem de habilidades técnicas laboratoriais, que são fundamentais para a profissionalização de técnicos em Química.

Nesse contexto, apresenta-se, nesta pesquisa, um instrumento construído para avaliar o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes da EPTNM em Química ao longo de um período letivo, cuja validade como instrumento de medida foi testada por meio do modelo Rasch para dados dicotômicos, a fim de se reunirem dados e elementos capazes de

permitir a construção de métodos e instrumentos de avaliação adequados para seu uso em disciplinas técnicas.

## 1.7 Panorama do trabalho

No primeiro capítulo, são apresentados o objeto de estudo e seus desdobramentos que subsidiaram a revisão bibliográfica do trabalho. Além disso, é feita a apresentação introdutória do processo avaliativo de desempenho educacional, acompanhada da aplicação de um modelo estatístico dicotômico de Rasch, com a justificativa para a pesquisa que resultou nesta dissertação.

No segundo capítulo, realiza-se a revisão bibliográfica de trabalhos relacionados com as questões norteadoras para esta pesquisa. São abordados os seguintes tópicos: 1) Avaliação de atividades práticas em ciências; 2) Habilidades técnicas laboratoriais em ciências; 3) Educação Profissional Técnica de Nível Médio; 4) Modelo dicotômico de Rasch.

No terceiro capítulo, apresenta-se o referencial teórico, no qual constam as teorias que se consideram necessárias para a compreensão das questões propostas e para a análise dos dados coletados. Entre os autores, destaca-se Linacre (2020), que elaborou o manual do programa WINSTEPS® que é utilizado, neste trabalho, para a análise dos dados dicotômicos de Rasch.

No quarto capítulo, apresenta-se a metodologia realizada, incluindo os critérios para selecionar os participantes; os procedimentos adotados para executar e analisar os registros em vídeo; o procedimento de elaboração do instrumento de registro empregado na observação dos estudantes e a avaliação dos procedimentos executados, chamado de *checklist*, além do processamento dos dados no modelo Rasch.

No quinto capítulo, constam os resultados obtidos na análise dos dados visuais, a discussão do instrumento de avaliação da habilidade técnica elaborada – o *checklist* – e análise de ajuste dos dados ao modelo. Além disso, são descritas algumas observações importantes sobre os procedimentos que os alunos executaram durante as gravações em vídeo realizadas no espaço laboratorial.

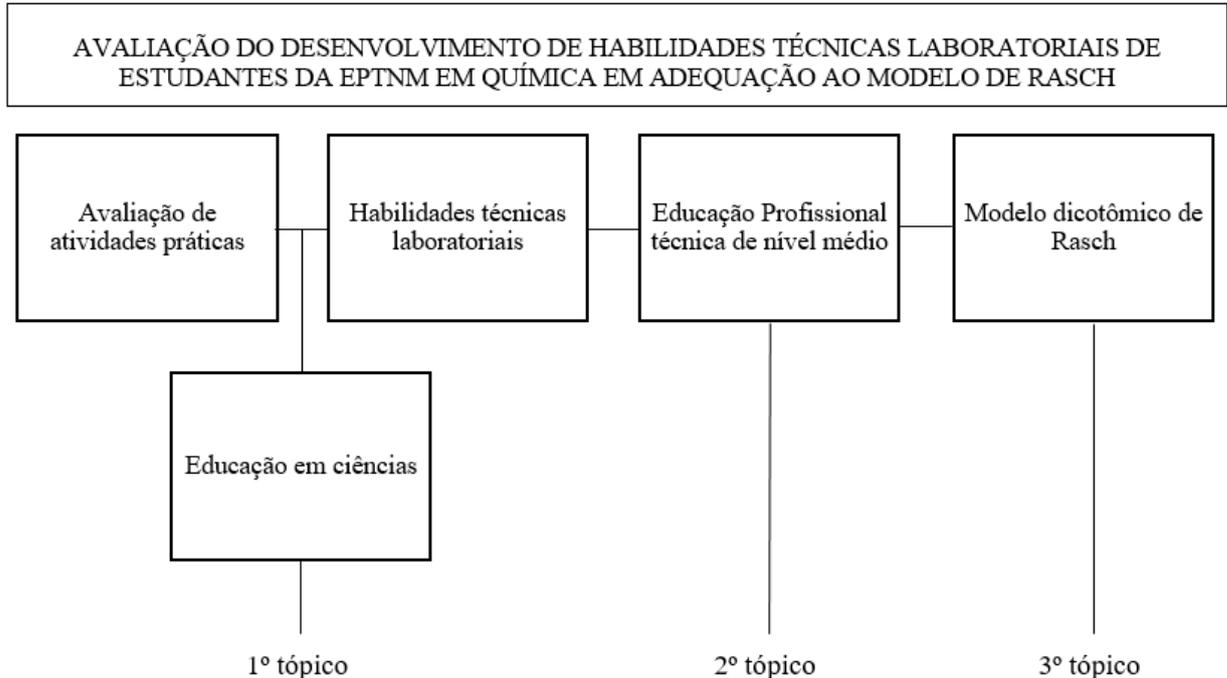
Por fim, finaliza-se a pesquisa com as considerações finais, compreendendo a adequação do instrumento criado ao modelo dicotômico de Rasch, a fim de possibilitar que outros professores possam utilizar essa ferramenta para avaliar a aprendizagem do(a) estudante no ambiente do laboratório escolar.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica desta pesquisa foi orientada por duas questões: 1) Como a avaliação de atividades laboratoriais vem sendo trabalhada nas escolas, em especial na EPTNM? 2) De que maneira o modelo dicotômico de Rasch vem sendo utilizado como meio de validação de instrumento de avaliação no campo da educação?

Assim, este capítulo apresenta, em diferentes seções, as bases de dados acessadas, as expressões booleanas utilizadas e a seleção dos artigos para a revisão da bibliografia para esta pesquisa, com os resultados encontrados em outros trabalhos, seja em apresentações ou textos acadêmicos. Os termos utilizados como palavras-chave na busca dos artigos e das referências foram selecionados do título deste trabalho e de seus desdobramentos, que podem ser verificados na figura 1.

**Figura 1: Mapa de Revisão de Literatura.**



**Fonte: Elaborado pela autora.**

## 2.1 Metodologia da revisão bibliográfica

O tema central desta pesquisa está subdividido em tópicos, para servir de base na identificação das palavras-chave. Para que fosse feito o levantamento bibliográfico, selecionaram-se três bancos de dados na plataforma do Portal de Periódicos da CAPES/MEC, que são apresentados a seguir: (1ª) Scientific Electronic Library Online – SciELO.ORG; (2ª) Educational Resources Information Center – ERIC ProQuest e (3ª) Wiley Online Library.

Com as palavras-chave determinadas, priorizou-se a busca de artigos relacionados ao tópico em questão, com os seguintes filtros: data de publicação em um intervalo entre os anos 2010 e 2020; idiomas em espanhol e português na base SciELO.ORG, idiomas em espanhol, inglês e português na base Wiley Online Library e em inglês na base ERIC ProQuest; utilização do campo de busca avançada com o operador booleano AND e de artigos revisados por especialistas na base ERIC ProQuest.

### 2.1.1 Expressões booleanas elaboradas e resultados das buscas

Em todos os bancos de dados em que foram buscados os artigos, optou-se por utilizar o formulário de “busca avançada”, para possibilitar a exploração do operador booleano AND com as palavras-chave criadas. Além disso, foi dispensável delimitar as palavras-chave em um critério de campo específico, como resumo e título, por exemplo, pois se restringiram expressivamente em artigos encontrados.

Os Quadros de 1 a 3, apresentados a seguir, mostram a quantidade de artigos selecionados nos bancos de dados do SciELO Brasil, Wiley Online Library e ERIC ProQuest, respectivamente, para os seguintes tópicos: (1º) avaliação de atividades práticas, habilidades técnicas laboratoriais e educação em ciências; (2º) educação profissional técnica de nível médio; (3º) modelo dicotômico de Rasch.

**Quadro 1: Artigos encontrados e selecionados no banco de dados SciELO Brasil.**

<b>1º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
avaliação AND "educação em ciências"	24	3
avaliação AND atividades práticas de química	3	1
habilidades AND atividades experimentais	9	1
avaliação da aprendizagem AND atividades experimentais OR avaliação no ensino de química AND atividades experimentais	2	1
laboratório de química AND habilidades técnicas	3	1
habilidades técnicas AND química	7	2
<b>2º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
educação profissional técnica AND nível médio	37	9
<b>3º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
modelo Rasch	92	20
análise Rasch	35	9
modelo dicotômico de Rasch OR “modelo dicotômico de Rasch”	0	0
modelo Rasch AND ensino	0	0
modelo Rasch AND pesquisa qualitativa OR modelo Rasch AND metodologia qualitativa	2	0
traços latentes AND Rasch	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>47</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

**Quadro 2: Artigos encontrados e selecionados no banco de dados Wiley Online Library.**

<b>1º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
avaliação AND "educação em ciências"	30	2
avaliação AND atividades práticas de química	4	0
habilidades AND atividades experimentais	3	0
avaliação da aprendizagem AND atividades experimentais OR avaliação no ensino de química AND atividades experimentais	4	0
laboratório de química AND habilidades técnicas	1*	0
habilidades técnicas AND química	3	0
<b>2º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
educação profissional técnica AND nível médio	7	1
<b>3º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
modelo Rasch	32	2
análise Rasch	10	2
“modelo dicotômico de Rasch”	0	0
modelo Rasch AND ensino	0	0
modelo Rasch AND pesquisa qualitativa OR modelo Rasch AND metodologia qualitativa	0	0
traços latentes AND Rasch	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

*Notas: (\*) – Todos os artigos selecionados na referida busca estão incluídos entre os artigos selecionados nas buscas anteriores.*

**Fonte: Elaborado pela autora.**

Na base de dados ERIC ProQuest, diferentemente das outras bases, foi acrescentada uma busca, pois a palavra-chave “*Rasch analysis*” seguindo o formulário “todos os índices” ficou muito abrangente. Assim, utilizou-se o filtro “por assunto” com essa palavra-chave e os tópicos foram selecionados de acordo com os objetivos da pesquisa: confiabilidade do teste, validade do teste, validade de construto e química. Após a aplicação dos filtros na busca, reduziu-se expressivamente a quantidade de artigos encontrados, o que facilitou a seleção.

Ressalta-se que, devido ao fato de a base ERIC ProQuest ser patrocinada pelo Departamento de Educação dos Estados Unidos, selecionou-se no filtro “idiomas” apenas artigos em inglês, porque uma busca prévia realizada nos três idiomas, Inglês, Português e Espanhol, resultou em uma quantidade extensa de artigos, dificultando a seleção. Assim, utilizaram-se artigos em outros idiomas apenas nas bases da SciELO e da Wiley Online Library.

**Quadro 3: Artigos encontrados e selecionados no banco de dados ERIC ProQuest.**

<b>1º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
evaluation AND education in Sciences	8.956	-
evaluation AND practical chemistry activities	20	6
skills AND experimental activities	867	-
skills AND “experimental activities”	5	1
learning assessment AND experimental activities OR assessment in teaching chemistry AND experimental activities	0	0
chemistry lab AND technical skills	8	1
technical skills AND chemistry	57	4
<b>2º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
technical professional education AND medium level	16	0
<b>3º tópico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
Rasch model	2	0
Rasch analysis	665	-
Filter: subject – test reliability; test validity; construct validity; chemistry	199	42
dichotomous model of Rasch OR “dichotomous model of Rasch”	0	0
Rasch model AND teaching	116	15/8*
Rasch model AND qualitative research OR Rasch model AND qualitative methodology	25	3
latent traits AND Rasch	21	1
<b>TOTAL</b>		<b>73</b>

*Notas: (\*) – Todos os artigos selecionados na referida busca estão incluídos entre os artigos selecionados nas buscas anteriores.*

**Fonte: Elaborado pela autora.**

Após a seleção de todos os artigos que pudessem contribuir com a revisão do trabalho, eles foram organizados no Quadro 4, apresentado a seguir:

**Quadro 4: Artigos pré-selecionados para revisão bibliográfica.**

<b>Banco de dados consultados</b>	<b>Artigos selecionados</b>
SciELO Brasil	47
Wiley Online Library	7
ERIC ProQuest	73
<b>Total:</b>	<b>127</b>

**Fonte: Elaborado pela autora.**

Já com a seleção ampla dos artigos encontrados, realizou-se uma leitura atenta do resumo dos textos, observando se estes estavam alinhados com os objetivos da pesquisa. Em alguns artigos, foi realizada também a leitura dos resultados e/ou das conclusões.

Para responder à primeira questão norteadora para a revisão bibliográfica (a saber: Como a avaliação de atividades laboratoriais vem sendo trabalhada nas escolas, em especial na EPTNM?), selecionaram-se, dentre os artigos pré-selecionados, aqueles que mais se enquadraram nos subtópicos apresentados a seguir, no Quadro 5:

**Quadro 5: Artigos selecionados para compor o *corpus* da primeira questão norteadora.**

Subtópicos	Artigos selecionados
Avaliação de atividades experimentais em ciências	3
Aquisição e/ou desenvolvimento de habilidades técnicas	6
Educação Profissional Técnica de Nível Médio	5
<b>Total:</b>	<b>14</b>

Fonte: Quadro elaborado pela autora.

Para responder à segunda questão norteadora para a revisão bibliográfica (a saber: De que maneira o modelo dicotômico de Rasch vem sendo utilizado como meio de validação de instrumento de avaliação no campo da educação?), o Quadro 6 apresenta o subtópico a ela referente e a quantidade de artigos selecionados.

**Quadro 6: Artigos selecionados para compor o *corpus* da segunda questão norteadora.**

Subtópicos	Artigos selecionados
Modelo Rasch como meio de validação de teste na educação	12
<b>Total:</b>	<b>12</b>

Fonte: Quadro elaborado pela autora.

Apesar da seleção de 12 artigos sobre o modelo de Rasch, foram encontrados outros 38 artigos relacionados a educação. Porém, manteve-se o foco naqueles que mais se aproximaram do intuito deste trabalho, a respeito da utilização do modelo Rasch como um meio de validação de testes em ciências, e foi aplicado um filtro para selecionar artigos publicados nos últimos 5

anos, pois foi encontrado um número expressivo de artigos publicados sobre o tema nos últimos 10 anos. Considerando esse filtro, foi feita uma leitura dos textos de forma detalhada a fim de verificar sua efetiva contribuição para a produção acadêmica deste trabalho.

Tendo sido apresentados os critérios e métodos para a seleção de referências para compor a revisão bibliográfica deste trabalho, os próximos tópicos descrevem a perspectiva de alguns autores sobre cada tema proposto na revisão de literatura, presente na Figura 1.

## **2.2 Avaliação de atividades práticas em ciências**

A avaliação de habilidades técnicas e de atividades práticas na educação em ciências foi tema de pesquisas que oportunizaram a reflexão sobre as práticas pedagógicas envolvidas nos processos de mensuração da aprendizagem. Destaca-se, assim, a importância de se delimitar conceitualmente o que se entende por avaliação.

A concepção do termo “avaliar” foi abordada em profundidade por um estudo de Lemos e Sá (2013), fundamentado em diversos autores, com destaque para Ralph Winfred Tyler, importante educador estadunidense que influenciou diversos autores que o sucederam pelo modelo de “avaliação da aprendizagem” elaborada em torno dos anos de 1930. Os autores exploraram a concepção de vários tipos de avaliações, com destaque para os seguintes: avaliação formal e avaliação informal, avaliação diagnóstica, avaliação formativa, avaliação da aprendizagem, avaliação mediadora e pedagogia do exame. Esses autores puderam constatar, por meio de entrevistas com professores de Química, o entrave e a concepção errônea vigente a respeito de avaliação da aprendizagem e da aplicação de exames, e ainda relataram que um grupo de professores, em maioria, não faz referência às competências e habilidades desenvolvidas pelos alunos.

Nesse sentido, um caminho que promova maior assertividade para os professores em mensurarem a aprendizagem que o aluno adquiriu é proposto por Sedumedi (2016), para quem as atividades práticas de trabalho (PWacts) podem auxiliar o ensino e a aprendizagem quando utilizadas como meio de avaliação dos conceitos conhecidos pelos alunos, mesmo não sendo uma prática comum. O autor ainda afirma que, quando a avaliação é feita sobre esse prisma, maiores serão as chances de os professores alinharem os objetivos e suas metodologias no processo de ensino e aprendizagem de forma concisa e adequada.

Em consonância com esse viés de reflexão sobre os processos avaliativos, os pesquisadores Andrade e Viana (2017) realizaram uma pesquisa qualitativa sobre o processo

de avaliação das aulas práticas no Ensino Médio Integrado de Química, por meio do Ciclo da Experiência Kellyana (CEK) e analisadas pelas Gerações da Avaliação de Guba e Lincoln. Os autores descreveram, na primeira parte do trabalho, as quatro gerações de avaliação criadas a partir dos limites e necessidades de novas perspectivas diante do cenário atual de ensino. Os autores esperavam que os sujeitos da pesquisa, os professores, tivessem a oportunidade de passar pela experiência Kellyana e refletissem sobre a sua prática de ensino considerando a realidade vivenciada no momento presente da educação e suas formas de avaliação. Na segunda parte do trabalho, foi realizada uma entrevista em que os educandos, participantes da pesquisa, relataram que puderam refletir e mudar concepções de suas práticas pedagógicas. Os autores salientaram que a experiência do educador em passar pelo Ciclo da Experiência Kellyana representou uma oportunidade de buscar inovações no processo avaliativo de ensino-aprendizagem, indo ao encontro de práticas da Quarta Geração de Avaliação. Além disso, destacaram a importância da formação continuada dos docentes no processo pedagógico para a melhoria da aprendizagem, em especial no ensino de Química.

### **2.3 Habilidades técnicas laboratoriais em ciências**

Quanto à variedade de objetivos que o espaço laboratorial oferece, os autores Warner, Brown e Shadle (2016) acreditam que a integração da instrumentação no currículo de um laboratório possa oportunizar aos alunos a facilidade do manuseio da instrumentação química (quando podem praticá-lo de forma direta e com sua própria coleta de dados) e o potencial em resolver problemas utilizando a instrumentação na medida em que os alunos têm a oportunidade de contato com os instrumentos em situações de resolução de problemas.

Smith (2012) desenvolve em seu artigo diversas atividades por meio de uma abordagem de aprendizagem baseada em problemas (PBL), a fim de que os alunos tenham a compreensão aprofundada das atividades práticas. Como resultado, o estudo mostrou que as atividades práticas fundamentadas em resolução de problemas têm o potencial de desenvolver as habilidades metacognitivas dos estudantes em vários segmentos, como: trabalho em equipe, comunicação, estudo independente, redação científica e pesquisa.

Além disso, como bem ressaltam Hancock e Hollamby (2020), as habilidades práticas desenvolvidas influenciam de maneira significativa nos próximos módulos das disciplinas que os alunos estudam, como também no projeto de pesquisa final do curso e em um futuro emprego como químico no espaço laboratorial. Segundo os autores, um exame prático baseado em

“combinação de tipos de estações” pode ser elaborado a fim de avaliar as habilidades práticas dos alunos. Este exame se dá dentro do laboratório de Química no final do semestre, com um conjunto de estações (períodos) avaliando a aprendizagem e uma série de habilidades dos estudantes. A cada grupo de 4 ou 5 estudantes há um examinador, observando-os na realização do experimento e, após verificarem se o aluno concluiu a estação, atribuem notas para a viabilização de um feedback. A introdução do exame prático baseado em habilidades como forma de avaliação explícita das habilidades práticas obteve um significativo saldo positivo no desenvolvimento dos alunos nas aulas práticas de laboratório na Universidade do Reino Unido.

Com o intuito de implementarem uma nova proposta de trabalho para avaliar o desempenho dos estudantes no laboratório e para que os professores pudessem compreender todo o processo de aprendizagem dos estudantes, Giammatteo e Obaya (2018) estabeleceram em um curso de Química do Ensino Médio competências específicas que os alunos precisariam desenvolver ao longo de um semestre. Por meio de uma ferramenta de avaliação contendo os tópicos de competências específicas, os discentes foram avaliados por meio de questionário prévio e de trabalho laboratorial individual em cada prática e, por fim, de relatório produzido pela equipe que se manteve durante todo o semestre. Ao realizarem esse estudo, os autores constataram a importância dos professores em usufruir de modelos avaliativos baseado em competências, capazes de potencializar a aprendizagem dos estudantes não só em conhecimentos teóricos, mas também em habilidades práticas.

Tendo em vista a importância dos cursos de Química, especificamente no espaço laboratorial, Wong, Goh e Ong (2019) realizaram um estudo de caso para verificar as demandas exigidas de um Químico nas vagas de empregos, por meio de currículos de cursos, descrição de vagas de emprego *online*, áreas mais procuradas de Química e análise do programa de estágio. Entre os 91 empregos disponíveis no portal de empregos de Química que investigaram, havia 20 empregos na área de pesquisa e 71 empregos na área industrial. Em ambas as áreas, foram pesquisadas as habilidades técnicas específicas necessárias, como a habilidade de solucionar problemas de instrumentos, vista como muito exigida pelos empregadores, e as habilidades analíticas, de extrema importância nos empregos industriais.

E, para finalizar, destaca-se o trabalho de Kondo e Fair (2017) de avaliar o entrelace entre os currículos de Química junto ao conhecimento e às habilidades solicitadas pelos empregadores. Segundos os autores, as habilidades interprofissionais, ou seja, a soma das habilidades intrapessoais, habilidades interpessoais e de comunicação, são ressaltadas com notoriedade na indústria química, em especial as habilidades interpessoais e o trabalho em equipe, que são fortemente valorizados pelos empregadores. Destacaram, ainda, a comparação

entre as habilidades esperadas e desejadas pelos empregadores e puderam perceber que as habilidades interpessoais e o trabalho em equipe são mais valorizados do que as habilidades técnicas que necessitam de instrução e avaliação formal.

Ressalta-se, por meio de trabalhos recentes nessa pesquisa, a importância de as universidades aprimorarem em seus currículos um conjunto de práticas pedagógicas e suas respectivas avaliações, no sentido de contribuir para o aperfeiçoamento das habilidades dos estudantes durante o curso, exigidas pelos estágios e empregos. Assim, os alunos poderão estar gradativamente mais preparados para o mercado de trabalho.

## **2.4 Educação Profissional Técnica de Nível Médio**

O Ensino Médio é a última etapa na Educação Básica oferecida aos alunos e, para muitos, talvez seja a última oportunidade de educação formal, como constatam Bernardim e Silva (2016). A educação profissional visa proporcionar o acesso aos estudantes que anseiam por entrar no mercado de trabalho e aos profissionais que almejam por qualificação. Ciavatta (2016) afirma que a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) caracteriza-se como uma educação concebida para atender ora às exigências do mercado de trabalho atual, em razão de demandas políticas e educacionais, ora à educação enquanto acesso ao conhecimento:

A educação profissional é o *locus* mais visível da educação pelo trabalho, seja no sentido técnico e tecnológico, seja no sentido político, como movimento que oscila nas duas direções: quer como educação pelo trabalho na sua negatividade, enquanto submissão e expropriação do trabalho, como na sua positividade, enquanto espaço de conhecimento, de luta e de transformação das mesmas condições. (CIAVATTA, 2016, p. 44).

Educação e trabalho são duas categorias que caminham juntas ao longo dos séculos. Durante a história da educação no Brasil, houve a dualidade entre o Ensino Médio e a Educação Profissional Técnica, em que suas formulações se baseavam nas “necessidades educacionais de determinados períodos” (MELO; OLIVEIRA; MELO, 2018, p. 77). Segundo os mesmos autores, a Educação Profissional brasileira foi inicialmente elaborada diante da desigualdade dos grupos sociais no contexto socioeconômico do Brasil, para proporcionar às classes menos favorecidas uma oportunidade para aprender um ofício que pudesse inseri-los no contexto social através das escolas técnicas, pois, inicialmente, o ensino técnico tinha como objetivo alcançar as classes mais favorecidas.

Todavia, com as mudanças econômicas no país durante o século XX, como a instauração de multinacionais e, por consequência, com a crescente demanda por mão de obra, a Rede Federal de Educação Profissional passou por adaptações para atender aos jovens cada vez mais interessados nas vagas oferecidas e disputadas das Escolas Técnicas Federais, como constata Tavares (2012). Além disso, Schwartz e Rezende (2013) afirmam que a educação básica e a educação profissional vêm sendo reestruturadas em torno de organizações políticas e econômicas ao longo dos anos, marcadas pelas mudanças da globalização.

Consequentemente, na década de 1990 houve reformas na legislação da Educação Profissional Técnica de Nível Médio no Brasil em decorrência do desenvolvimento socioeconômico do país e das demandas da política pública da época. Em um primeiro momento, o Decreto Federal 2.208/97 determinava a dissociação entre o Ensino Médio e o Ensino Técnico, pois acreditava-se na divisão entre uma formação propedêutica e uma formação em busca de qualificação profissional. Entretanto, segundo Silva e Filho (2016), tal Decreto sofreu críticas e acabou sendo modificado pelo Decreto Federal nº 5.154/04 e pela Lei nº 11.741/2008, que altera dispositivos da LDB nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, dispondo que o ensino técnico possa ser articulado com o Ensino Médio, ou cursado subsequentemente, quando o(a) estudante já tiver concluído o Ensino Médio.

Nas formas de ensino articuladas, as instituições da EPTNM oferecem duas formas de acesso, segundo o Ministério da Educação: 1) integrada – oferecida àqueles que irão cursar o ensino médio e o ensino técnico na mesma instituição de ensino, através de uma única matrícula e 2) concomitante – os estudantes que já estejam cursando o ensino médio ou que desejam ingressar no ensino médio, mas com matrículas distintas em cada curso (BRASIL, 2021).

Ainda de acordo com o Ministério da Educação, a Educação Profissional Técnica de Nível Médio destina-se a pessoas que buscam a profissionalização e admissão no mercado de trabalho. É oferecida em diversas instituições credenciadas, como no sistema federal de ensino e nos sistemas estaduais, distrital e municipais de ensino, aos quais compete a responsabilidade de emitir e registrar o diploma de técnico de nível médio (BRASIL, 2021).

Ciavatta (2015) discorre sobre as características que a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) apresenta de acordo com os objetivos das políticas educacionais. Entre as conformações em que a EPT foi construída, o artigo ressalta as implicações refletidas historicamente nessa modalidade de ensino decorrentes da dialética que perpassa em torno de sua configuração em seu contexto social, pela sucessão de implementações de leis e decretos referentes a essa modalidade. Autores como Schwartz e Rezende (2013) fizeram uma análise das reformas curriculares do Ensino Médio (EM) e Ensino Profissional (EP) por meio das

respectivas leis e decretos alterados ao longo do tempo e uma investigação sob o olhar de docentes a respeito do Ensino de Ciências (EC) na conjuntura da Educação Profissional Técnica de Nível Médio – EPTNM, incluindo as questões políticas vinculadas a essa modalidade de ensino. Por meio de pesquisa com duas professoras de disciplinas distintas, Química e Biologia, Schwartz e Rezende perceberam que as docentes avaliaram a qualidade do EC com base no projeto pedagógico da escola em que cada uma está inserida, revelando um distanciamento da prática na avaliação. Para os autores, é importante que a EPTNM tenha como objetivo tanto a formação profissional do sujeito, quanto a “alfabetização científica” e a “formação integral”.

Pinheiro e colaboradores (2015) destacam a falta de preparo no processo pedagógico dos professores da Educação Profissional e Tecnológica. A princípio, os docentes buscam pela formação continuada para esse preparo pedagógico-didático após saírem da graduação, mas se desestimulam ao perceberem que o foco do programa de formação está vinculado mais a questões burocráticas do que a questões pedagógicas. Como resultado, parte dos docentes sobrevalorizam o saber técnico e específico em detrimento do saber pedagógico ao buscar modos de avaliação de processos de desenvolvimento de habilidades. Para os autores, embora não exista um único caminho para os professores exercerem sua função com êxito, é importante a transmissão do conhecimento pedagógico alinhado à prática reflexiva.

Os autores Bernardim e Silva (2016) aplicaram um questionário e realizaram grupos focais com os alunos do Ensino Médio Integrado de quatro escolas estaduais no Ensino Médio noturno, abordando questões sobre as caracterizações sociais, escolares e econômicas, interesse e perspectivas para o futuro, relação com a escola e a importância do trabalho. Tais características apresentaram fortes relações com as atividades exercidas pelos pais dos estudantes do Ensino Médio. O resultado foi uma divisão técnica típica do sistema capitalista, onde as atividades mais valorizadas no mercado de trabalho, ou seja, os cargos mais remunerados financeiramente, são ocupados por aqueles com nível escolar mais elevado.

Diante da multiplicidade cultural do Brasil, para Santos, Nunes e Viana (2017) faz-se necessário elaborar um currículo na modalidade de ensino integrado de acordo com as condições da escola e seus interesses, de modo em que os alunos possam relacionar “os conteúdos nas disciplinas propedêuticas à futura profissão técnica que poderão exercer” (SANTOS; NUNES; VIANA, 2017, p. 519). Complementa-se a reflexão com um estudo de Frigotto, Ramos e Ciavatta (2005) que comprova a importância da elaboração do currículo voltado tanto para a formação profissional quanto para formação da cidadania. Além disso, Santos, Nunes e Viana (2017) observam nos cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio uma

lacuna nos currículos entre disciplinas básicas e disciplinas técnicas profissionalizantes, sustentando a necessidade da reelaboração dos currículos.

Entende-se a importância do curso técnico na formação profissional do estudante, assim como as leis e diretrizes que regem essa modalidade de Ensino e seus currículos, a fim de atender às demandas do momento atual no mercado de trabalho. Tendo em vista que os estudantes optaram pelo ensino técnico para atuação como um profissional da área escolhida, percebemos a notável importância do preparo pedagógico dos professores, da didática utilizada e dos currículos que o curso deve oferecer ao futuro profissional. Assim, considera-se que a formação técnica profissional em Química é um processo inseparável do desenvolvimento de habilidades laboratoriais, ressaltando a grande importância dos vieses aqui apresentados.

## 2.5 Modelo dicotômico de Rasch

Diante dos vários tipos de abordagens apresentadas nos trabalhos de pesquisa, Boone e Noltemeyer (2017) trazem em seus trabalhos uma metodologia simples para o(a) pesquisador(a) compreender e aplicar o modelo Rasch tanto no formato dicotômico como em escala Likert enquanto instrumento elaborado para as escolas. O artigo apresenta as diferentes técnicas de que o modelo Rasch se constitui, como medidas de itens, medidas pessoais, mapas de Wright, estatísticas de ajuste, índices de confiabilidade Rasch e algumas nuances adicionais de análise de escala de classificação, assim como as vantagens de sua utilização, os índices de análises e aplicações para facilitar a utilização da análise Rasch em trabalhos futuros.

A utilização do modelo Rasch como ferramenta avaliativa vantajosa pela confiabilidade do modelo em contextos educacionais é descrita por Bailes e Nandakumar (2020) de forma ilustrativa, e não investigativa, como os próprios autores enfatizam. Isso porque, em um instrumento de pesquisa em que os dados são coletados através de itens de reposta do tipo Likert e em categorias fixadas de itens, esses dados não são medidos em uma escala intervalar, o que torna sua análise por alguma outra técnica psicométrica menos viável.

Nessa mesma perspectiva, Bautista *et al.* (2017) realizaram um estudo transversal utilizando o modelo dicotômico de Rasch a fim de adaptar e validar um instrumento de avaliação de habilidades psicossociais no programa “Vida e Hábitos Saudáveis”. A utilização do modelo Rasch foi discutida por reitores na Costa Rica com o seguinte título: "O modelo Rasch: Uma ferramenta essencial para a avaliação educacional em larga escala". Os autores acreditam que, na construção de itens com validade e confiabilidade em uma medição, devem-

se considerar o desenvolvimento da linguagem do público em que será aplicada, idade, meio social, processos cognitivos e suas habilidades perceptuais. Além disso, ressaltam a importância de incluir itens de baixa, média e alta dificuldade, ou seja, uma boa distribuição dos itens resulta em maior variância explicada.

Tendo em vista uma medição válida e confiável, Priyambodo (2016) utilizou o modelo Rasch para averiguar a confiabilidade de um instrumento com questões de múltipla escolha de química sistêmica (CSMCQs), cujo objetivo era medir as habilidades acadêmicas de alunos na disciplina de Química. O instrumento era composto por 30 itens de solução tampão e hidrólise de sal. Por meio do modelo de Rasch, verificou-se que dos 30 itens do instrumento, 29 eram confiáveis e válidos, podendo ser usados para mensurar as habilidades propostas.

As especificidades das aulas de Química são abordadas na pesquisa dos autores Park, Liu e Waight (2017), que identificam desafios significativos para os estudantes dessa disciplina, devido à natureza abstrata de alguns conceitos. Diante do exposto, desenvolveram um trabalho para verificar a confiabilidade e validade de um teste avaliativo baseado em modelos computacionais, visando medir o construto: raciocínio químico de estudantes no Ensino Médio. Ao utilizarem o software ConQuest e a análise Rasch, concluíram que esse recurso pode ser utilizado para validar testes de avaliação formativa a fim de estimar o progresso de aprendizagem dos alunos acerca do conhecimento sobre matéria, energia e modelo no ensino de Química do Ensino Médio.

No mesmo sentido, Lu e Bi (2016) realizaram a aplicação do modelo Rasch como validação de um instrumento para medir a compreensão conceitual (primeiro momento) e o desenvolvimento gradual dos alunos do Ensino Médio sobre o conceito de eletrólitos (segundo momento). No primeiro momento, essa pesquisa foi realizada em quatro etapas: 1<sup>a</sup>) compreender o conceito de eletrólito; 2<sup>a</sup>) entender os itens, avaliando se o aluno compreendeu o conteúdo proposto, assim como seu entendimento sobre o sistema de pontuações dos itens, que poderia ser de forma dicotômica ou de múltipla escolha; 3<sup>a</sup>) usar o instrumento de medição e 4<sup>a</sup>) utilizar o modelo de Rasch para analisar a habilidade dos alunos e a dificuldade dos itens. No segundo momento, a pesquisa procedeu-se por meio da aplicação do instrumento de medida desenvolvido e obteve como resultado a média de três níveis de compreensão dos alunos sobre o conceito de eletrólitos. O instrumento de medição desenvolvido se mostrou válido, porém, pode ser mais bem executado em estudos posteriores se os itens do instrumento forem mais bem estruturados.

Os autores Karlin e Karlin (2018) ressaltam a importância de um teste medir exatamente o que se deve medir e, por conseguinte, apresentam a reflexão: “Um teste de escuta realmente

mede a habilidade de escuta? [...] As perguntas estão no nível de dificuldade apropriado para os alunos? As perguntas estão formuladas com clareza ou estão confundindo os alunos?”<sup>6</sup> (KARLIN; KARLIN, 2018, p. 76, tradução nossa). Assim, realizaram uma pesquisa utilizando o modelo de Rasch e validaram dois exames finais aplicados a alunos com proficiência auditiva em inglês com um grau de deficiência, analisando habilidade de estudantes universitários no Japão em ouvir inglês. O resultado da pesquisa mostrou que tanto os professores habituados na construção dos exames podem ser beneficiados com a utilização do modelo Rasch, como os alunos, pois são avaliados com mais alta precisão quanto ao seu nível de habilidade.

Nessa perspectiva, Ad’hiya e Laksono (2018) realizaram um estudo para validação de um instrumento de avaliação integrada a fim de avaliar as habilidades de pensamento analítico e alfabetização química (aplicação do conhecimento no cotidiano) em alunos do Ensino Médio. O estudo foi orientado pelo baixo índice de desempenho nas disciplinas de Matemática e Ciências na Indonésia, em consonância com a falta de um instrumento que meça efetivamente a habilidade que se deseja. O instrumento mostrou-se válido e passou por ajustes nos itens após a análise de abordagem Rasch, sendo construído na forma de múltipla escolha e com cinco opções de respostas entre as quais apenas uma era a correta. Os autores afirmaram que, quanto maior o número de opções de respostas disponíveis em um teste de múltipla escolha, maior será a confiabilidade da pergunta, pois reduz a opção por adivinhação.

A confiabilidade e a validade de um instrumento foram analisadas por Chi, Wang e Liu (2019) a fim de se compreenderem o desempenho escolar de alunos em uma investigação científica, na perspectiva de um contexto disciplinar de Ciências, e a relação destas com competências de investigação científica por parte de estudantes. Uma das observações que esses autores fizeram foi que, embora houvesse aplicações de avaliações práticas para se avaliar as habilidades científicas dos alunos, seria necessário observar as limitações nesse processo, como aquelas que avaliam as competências do(a) aluno(a) em apenas algumas tarefas. Por meio desse resultado, generaliza-se seu desempenho ou se avalia apenas uma disciplina, inviabilizando a avaliação das competências do(a) estudante em outras disciplinas. Pensando nisso, os autores realizaram um estudo desenvolvendo um instrumento de medida que pudesse avaliar os alunos com um método fundamentado, válido e confiável, usufruindo do modelo de Rasch. Com o teste, concluíram que o instrumento pode ser utilizado para mensurar competências de

---

<sup>6</sup> Is a listening test actually measuring listening ability? [...] Are the questions at the appropriate difficulty level for the students? Are the questions worded clearly, or are they confusing students? (KARLIN; KARLIN, 2018, p. 76).

investigação, ainda que se faça necessário realizar diferentes amostras em outras pesquisas, devido aos resultados obtidos do estudo.

Considerando a ausência de estudos sobre o alinhamento entre instrução, currículo e avaliação no processo de aprendizagem de alunos na disciplina de Química, os autores Chi *et al.* (2018) pesquisaram a progressão de habilidades de representação de símbolos químicos sob o ponto de vista de diferentes níveis de ensino entre sexo feminino e masculino. A relevância dos estudos apoiou-se em uma revisão de literatura que revelou que alunos do sexo masculino apresentaram resultados significativos melhores em comparação ao sexo feminino na resolução de problemas na primeira série da escola, contudo, os estudos mostraram que essa diferença não continuou nas séries posteriores, além de a pesquisa contar com a variável idade para o estudo transversal. Em vista disso, os autores elaboraram o instrumento de aprendizagem com 17 itens respondido por alunos de ambos os sexos ao longo das séries, tendo sido validado pela análise de medição Rasch.

Entretanto, um desafio nos processos de medição é apontado pelos autores Chin e Lim (2016), que trazem em seus estudos o problema da ambiguidade de um instrumento avaliativo, devido à dificuldade de se medir um atributo que não é bem definido conceitualmente, o que pode levar à construção de instrumentos menos precisos e menos válidos. Assim, realizaram um teste denominado “Teste de Atitude face à Ciência (ATS)”, com 40 itens no formato Likert de cinco opções de respostas. A sigla ATS – Attitude Towards Science, foi apresentada, assim, com o objetivo de avaliar os alunos na Malásia, a partir de atitudes em relação às ciências, por meio de um instrumento elaborado e análise Rasch. Após as evidências dos resultados obtidos por meio do modelo de Rasch, como a unidimensionalidade e a confiabilidade dos dados das pessoas e dos itens, os autores concluíram que o instrumento construído poderia ser empregado como ferramenta de diagnóstico confiável.

De forma semelhante a este trabalho, sob o ponto de vista do objetivo de estudo e o meio de coletas de dados, Peng He *et al.* (2016) elaboraram um instrumento de medida para avaliar a qualidade de ensino e aprendizagem nas aulas de Química e buscaram validá-lo por meio do modelo de Rasch. O instrumento do tipo Likert, com 20 itens, buscou utilizar o modelo Rasch como ferramenta concisa na análise de resultados. O modelo transforma as pontuações brutas das habilidades da pessoa em uma escala intervalar de uma resposta a outra. Após as análises, por meio do software WINSTEPS®, foram realizadas modificações no instrumento devido às respostas geradas, assim como no tempo de coleta de dados nas aulas de Química. Após a inserção de novos itens e aumento no tempo de aula, o *software* foi executado novamente. Nesse

sentido, embora o instrumento tenha apresentado validade e confiabilidade nas respostas, são necessárias modificações para melhorá-lo.

Considerando a revisão dos trabalhos citados, percebe-se que não há muitas pesquisas relacionadas à avaliação de forma criteriosa da aprendizagem de estudantes em um curso profissionalizante, no qual os alunos utilizarão a prática do laboratório no dia a dia como técnicos. No mesmo sentido, há carência de trabalhos publicados no campo da educação no Brasil que utilizam um modelo estatístico, como o modelo de Rasch, que pode viabilizar resultados confiáveis de atributos não mensuráveis diretamente. Assim, este trabalho colabora com a pesquisa no campo das Ciências Humanas ao avaliar a aprendizagem de alunos em curso técnico profissionalizante, por meio da observação e análise, utilizando um instrumento criado para avaliar de forma criteriosa técnicas experimentais, e posteriormente validado através de um modelo estatístico dicotômico.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica para esta pesquisa parte da identificação, por diversos pesquisadores, de um problema na avaliação das habilidades práticas laboratoriais, pois se reconhece sua importância na aprendizagem dos alunos, mas é notável uma carência de critérios para avaliação e mensuração do progresso dos estudantes. Com o problema delimitado, apresenta-se um estudo do recorte pesquisado, que consiste na Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Por fim, este capítulo traz uma exposição sobre a perspectiva da análise utilizada na pesquisa, proposta pelo modelo Rasch. Por meio desse referencial teórico, chega-se à definição da unidade de análise deste trabalho, que integra diversos campos de estudo.

#### 3.1 Avaliação das habilidades práticas laboratoriais

A construção e o compartilhamento de significados da Ciência, particularmente da Química, compreendem conceitos abstratos que podem tornar um desafio para o aluno sua assimilação sem a realização de aulas práticas, conforme constatam Gomes *et al.* (2015). Para Queiroz e Almeida (2004), a utilização dos laboratórios contribui de forma significativa na aprendizagem durante a formação de discentes e futuros profissionais. Além disso, o espaço laboratorial oferece uma variedade de objetivos, como “habilidades relacionadas ao aprendizado de Química, habilidades práticas, habilidades científicas e habilidades gerais” (WARNER; BROWN; SHADLE, 2016). Essas habilidades são de suma importância, pois o desenvolvimento profissional está associado a vários fatores, tais como o conhecimento adquirido no decorrer da sua trajetória e as habilidades adquiridas pela experiência.

De acordo com Hancock e Hollamby (2020), as habilidades práticas influenciam de maneira significativa não somente nas atividades dos estudantes ao longo de um curso, mas também em um futuro emprego como químicos. Entretanto, segundo os mesmos autores:

Todas as tentativas de aprimorar as habilidades práticas de química podem ser fúteis se os alunos não perceberem seus esforços para serem recompensados, ou seja, as habilidades práticas devem ser avaliadas. A avaliação associada aos cursos práticos de graduação em química está comumente relacionada à redação da experiência ou ao resultado final [...] ao invés da proficiência nas habilidades desenvolvidas durante as sessões práticas. Embora as habilidades analíticas e de relatórios sejam de grande importância para os graduados em química, esse tipo de avaliação avalia apenas

indiretamente as habilidades práticas. (HANCOCK; HOLLAMBY, 2020, p. 974, tradução nossa)<sup>7</sup>.

Isso significa que avaliar as habilidades práticas nos laboratórios é uma atual dificuldade para os professores, porém de ampla necessidade. O ato de avaliar os alunos consiste não só em inovar de acordo com as gerações em que estão inseridos, mas no instrumento que o educador utilizará para avaliar.

A metodologia praticada no desenvolvimento de técnicas de laboratório, segundo Smith (2012), tem se mostrado insuficiente, uma vez que os alunos compreendem de modo superficial o porquê da execução daquela técnica e de como utilizá-la, distanciando-os da capacidade de empregar essas ferramentas e habilidades em ambientes que não sejam o escolar. Segundo Giammatteo e Obaya (2018), vários autores discutem sobre a necessidade de uma reflexão na forma de avaliar as habilidades dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem, pois as avaliações atuais focalizam mais em notas quantitativas do que em conhecimentos e habilidades práticas adquiridos. Diante dessa reflexão, esses autores consideram que:

A avaliação deve ocorrer durante todo o processo. O feedback genuíno para alunos e professores é essencial. A avaliação é focada no processo, e não no resultado. O principal interesse é que o aluno tenha um papel ativo no processo de aprendizagem. O processo é multidirecional e colaborativo. A avaliação permite estabelecer o nível de competências de realização. (GIAMMATTEO; OBAYA, 2018, p. 103, tradução nossa).<sup>8</sup>

A ponderação que os autores propõem leva à reflexão sobre o processo de ensino e de aprendizagem no espaço escolar e sobre a importância das intervenções do(a) professor(a) durante a construção do conhecimento dos alunos. De acordo com Sedumedi (2016), as atividades práticas possibilitam ao(à) professor(a) avaliar, ao mesmo tempo, o conhecimento dos alunos e suas habilidades.

Contudo, há a predominância de uma avaliação tradicionalista, excludente e injusta, usada como meio de pontuar e selecionar os alunos: tradicionalista porque classifica os alunos

---

<sup>7</sup> All attempts to enhance practical chemistry skills may be futile if the students do not perceive their efforts to be rewarded, i.e., practical skills must be assessed. The assessment associated with practical courses in chemistry degrees is commonly related to the experiment writeup or the final result (for example, quality of data analysis, product appearance, and/or yield) rather than proficiency in the skills developed during practical sessions. While analytical and reporting skills are of great importance for chemistry graduates, this type of assessment only indirectly assesses practical skills. (HANCOCK; HOLLAMBY, 2020, p. 974).

<sup>8</sup> The assessment should take place during the whole process. Genuine feedback for both students and teachers is essential. Evaluation is focused on the process rather than on the result. The main interest is for the learner to have an active role in the learning process. The process is multidirectional and collaborative. The assessment allows to establish the competencies level of achievement. (GIAMMATTEO; OBAYA, 2018, p. 103).

de maneira quantitativa, excludente porque ignora as diferenças e limitações de cada um, e injusta porque desconsidera o processo para focar no resultado. Ao contrário, o que se busca é uma avaliação mediadora, capaz de diagnosticar e intervir na aprendizagem daqueles alunos durante toda a prática educativa, auxiliando-os a superar suas dificuldades, conforme constatam Lemos e Sá (2013). Do mesmo modo, Johnstone e Shuaili (2001) expõem um problema existente na avaliação do desempenho dos estudantes nas disciplinas realizadas nos laboratórios, pois frequentemente são avaliados por elaboração de relatórios em razão da deficiência de critérios objetivos.

De tal modo, mesmo que as atividades práticas possam proporcionar aos alunos um progresso na aprendizagem em Ciências, segundo Prades e Espinar (2010), os professores carecem de critérios específicos para avaliar os alunos no laboratório. Há, portanto, uma dificuldade presente na mensuração de atributos que não são diretamente visíveis. Assim, os modelos matemáticos contribuem no sentido de atribuir um caráter de medida, para que os traços latentes, como as habilidades técnicas laboratoriais, objeto de estudo em nossa pesquisa, possam ser medidos.

### **3.2 Modelo dicotômico de Rasch para mensuração**

Georg Rasch foi um matemático nascido em 21 de setembro de 1901, em Odense, na Dinamarca. Ingressou na Faculdade de Matemática da Universidade de Copenhague em 1919 e, até a conclusão de seu doutoramento, focou seu trabalho nas funções matemáticas básicas. Segundo o pesquisador Chachamovich (2007), seu envolvimento formal com as análises estatísticas ocorreu em 1935 e 1936, quando recebeu uma bolsa para estudar, em Londres, com o renomado estatístico Sir Ronald Aylmer Fischer. Sob a influência de Fischer e trabalhando, posteriormente, para o Military Psychology Group na Dinamarca, Rasch pôde desenvolver sua teoria que teria grande impacto no campo da estatística aplicada à área da saúde. No ano de 1980, aos 79 anos de idade, Georg Rasch morreu, deixando importantes contribuições nas áreas em que atuou.

Rasch apresentou sua teoria à comunidade científica com a publicação de um livro em 1960. O diferencial de seu modelo seria o rompimento com as bases da Teoria de Testes Clássica (TTC), com a apresentação de novos métodos para o desenvolvimento e a análise de testes. Dessa maneira, os itens e testes não dependeriam mais da amostra de sujeitos aos quais eles se destinam. Segundo Chachamovich (2007),

A principal contribuição do Modelo de Rasch diz respeito ao entendimento de que um sujeito A, com habilidade maior do que um sujeito B, deve ter uma probabilidade superior de responder acertadamente a um determinado item. Paralelamente, um item com grau de dificuldade C deve ser mais frequentemente acertado por um sujeito com habilidade D, quando comparado com um item E de maior dificuldade. (CHACHAMOVICH, 2007, p. 54).

Com base nessa teoria, foram desenvolvidos os “modelos da família Rasch”, sendo mais utilizado o modelo para dados dicotômicos, em que as respostas podem ser classificadas em duas categorias, como certo ou errado. Além desse modelo, há múltiplas extensões politômicas, que generalizam o modelo dicotômico para contextos em que as pontuações inteiras sucessivas representam categorias de nível ou magnitude crescentes de um traço latente, como capacidade crescente ou função motora.

O modelo dicotômico apresenta uma abordagem psicométrica que visa contribuir na construção, validação e interpretação de instrumentos de medição relacionados às Ciências Humanas, como explicitam Núñez e Rojas (2017). O modelo dicotômico de Georg Rasch é um modelo matemático que viabiliza uma medição verdadeira de um construto através de respostas como certo/errado, sim/não, por meio de resposta direta dos sujeitos e da observação. Isto é, o modelo dicotômico de Rasch é capaz de medir somente um construto de cada vez, por meio de uma função matemática que irá traçar “a probabilidade de resposta de um aluno a um item, em função da ‘habilidade’ do nível do aluno” (WU; ADAMS, 2007, p. 28, tradução nossa)<sup>9</sup>.

A equação do modelo dicotômico de Rasch apresenta parâmetro da pessoa ( $\beta$ ) e o parâmetro do item ( $\theta$ ) pela seguinte função logarítmica:

### Equação 1

$$p(x = 1) = \frac{e^{\beta - \theta}}{1 + e^{\beta - \theta}} \quad (1)$$

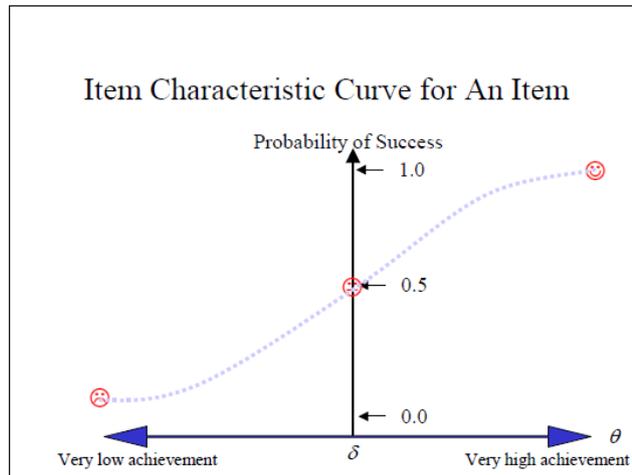
Onde X é uma variável aleatória que indica sucesso quando x é igual a 1 ( $x = 1$ ), ou fracasso quando x é igual a zero ( $x = 0$ ),  $\beta$  (parâmetro da pessoa) indica a habilidade da pessoa no construto que está sendo medido e  $\theta$  (parâmetro do item) indica o grau de dificuldade do item no construto medido. Por meio dessa função, obtém-se, então, a probabilidade de sucesso

---

<sup>9</sup> [...] probability of a student’s response to an item, as a function of the student’s “ability” level. (WU; ADAMS, 2007, p. 28.

que advém da diferença entre os dois parâmetros mencionados. Quando a habilidade da pessoa se equiparar à dificuldade do item, vê-se que há a probabilidade de 50% de sucesso. Pode-se observar esse comportamento por meio do gráfico de Curva Característica do Item (CCI), apresentado na Figura 2.

**Figura 2: Curva Característica do Item (CCI).**



**Fonte: WU; ADAMS, 2007, p. 28.**

Como se pode perceber, a Curva Característica do Item fornece a probabilidade de sucesso em responder ao item corretamente, uma vez que o gráfico demonstra a dificuldade do item indicada pelo modelo.

A relação entre a diferença dos parâmetros apresentados entre  $\beta$  e  $\theta$  pode ser prevista em razão da unidade de medida chamada de logits, uma vez que essa relação é igual à probabilidade de sucesso e insucesso, dada pela função da equação 2.

### Equação 2

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta - \theta \quad (2)$$

Ao se mensurar o atributo, o resultado probabilístico prediz o comportamento de uma pessoa com alta ou baixa habilidade ao responder a itens fáceis ou difíceis. Assim, o modelo permite o entendimento de que itens com maior grau de dificuldade têm maior probabilidade de ser respondidos corretamente por pessoas com alta habilidade do que por pessoas com baixa

habilidade. O resultado dos dados é uma característica importante da análise Rasch, pois as pontuações brutas são representadas em uma escala intervalar de medida. Para verificar o ajuste dos dados ao modelo, isto é, verificar se os itens do instrumento construído satisfazem a uma única característica do atributo medido, algumas estatísticas devem ser consideradas, como a unidimensionalidade, invariância e a confiabilidade, sustentando o quão bem os dados se ajustaram ao modelo.

A unidimensionalidade é uma exigência do modelo de Rasch. Uma vez que os resultados gerados mostram unidimensionalidade dos dados, pode-se dizer que o instrumento construído no trabalho mensura apenas um construto e, assim, mostra-se que verdadeiramente está sendo mensurado o atributo de interesse. Outra exigência do modelo é a invariância dos parâmetros, que significa que as habilidades das pessoas e dificuldades dos itens estão sendo medidas em qualquer ocasião. A confiabilidade dos dados pode ser verificada por meio de estatísticas de ajuste, como as citadas nos próximos tópicos.

### *3.2.1 Mapa de Wright*

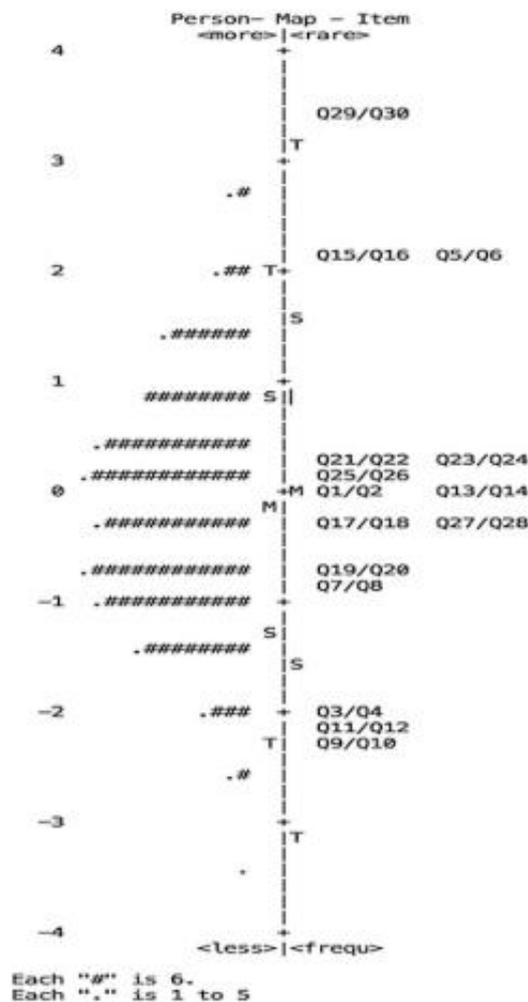
O mapa de Wright, ou mapa de pessoa-item, fornece por meio de uma escala logit a relação entre a habilidade da pessoa e dificuldade do item. De tal modo, torna-se simples avaliar o instrumento e comparar a hierarquia referente tanto ao grau de dificuldade dos itens, como ao nível de habilidades dos participantes. Os itens considerados de maior dificuldade são representados no topo do mapa, no qual se representa um decréscimo da dificuldade, verticalmente, até o item mais fácil. Também é possível verificar as pessoas que tiveram maior habilidade no construto analisado no topo do mapa, decrescendo para as pessoas com menor habilidade (LINACRE, 2020).

A figura 3 exemplifica o mapa de Wright do trabalho de Lu e Bi (2016, p. 5, tradução nossa), em que “as localizações dos itens no mapa de Wright são derivadas de análises empíricas dos dados dos alunos a partir de conjuntos de itens”<sup>10</sup>. É possível analisar os itens do instrumento, se há algum item que precisa ser revisado, o grau de dificuldade que cada item representou para aquele grupo de estudantes e a respectiva habilidade. Assim, o mapa de Wright fornece elementos importantes para a validade do instrumento.

---

<sup>10</sup> The locations of items on the Wright map are derived from empirical analyses of students' data from sets of items. (LU; BI, 2016, p. 5).

**Figura 3: Mapa de Wright com dados sobre a compreensão conceitual de eletrólitos de alunos na China.**



Fonte: LU, Shanshan; BI, Hualin, 2016, p. 1035.

### 3.2.2 Confiabilidade e separação dos dados

Para que sejam obtidas evidências de ajuste dos dados coletados nesta pesquisa ao modelo dicotômico de Rasch, além do mapa de Wright, podem ser verificadas a confiabilidade e a separação dos dados tabelados. Assim, observam-se os resultados através dos índices: confiabilidade da pessoa, confiabilidade dos itens, separação entre grupos das pessoas e separação dos itens, como especificado por Boone e Noltemeyer (2017) e por Chin e Lim (2016). Considera-se importante, nesse sentido, evidenciar particularidades desses índices.

O índice de confiabilidade de um teste consiste na estabilidade dos resultados, que se espera que se caracterize pela consistência. Diferentemente da expectativa de um desempenho sem falhas, a confiabilidade admite uma gradação na medição dos resultados. Assim, de acordo

com Oliveira Filho e Fonseca (2006), há três elementos que concorrem para a confiabilidade de um teste, que seriam: o teste por si mesmo, que deve apresentar uma amostra variada de conteúdos abordados nos itens; as condições de aplicação do teste; e o próprio grupo de examinandos, considerado em suas particularidades. A interação entre esses três fatores determina, portanto, a confiabilidade do teste.

Já o índice de separação divide tanto os participantes como os itens em diferentes níveis para uma mensuração mais precisa, sendo utilizado para a análise de confiabilidade da escala. A separação das pessoas indica quantos grupos com níveis diferentes de habilidade o item permite identificar, enquanto a separação de itens indica em quantos níveis de dificuldade os itens estão distribuídos. Com esses dados, é possível compreender os grupos de itens em grau de dificuldade e as habilidades semelhantes das pessoas examinadas.

### 3.2.3 O modelo de Georg Rasch

Compreendida a importância de se avaliar criteriosamente e individualmente as habilidades de um(a) estudante no espaço laboratorial, utilizam-se os modelos matemáticos apropriados para lhes atribuir um caráter de medida, para que os traços latentes possam ser medidos. Em síntese, o modelo probabilístico de mensuração desenvolvido por Georg Rasch (1977) é capaz de prever a probabilidade de sucesso de uma pessoa em um item, dependendo da habilidade da pessoa. Por meio de seu modelo, os dados observáveis dos traços latentes, os escores brutos, podem ser convertidos em medidas intervalares para que possam ser comparados. De acordo com Chi, Wang e Liu (2019, p. 8, tradução nossa) “converte-se uma escala de classificação ordinal em uma medida de intervalo linear”<sup>11</sup>. Além disso, as estimativas das habilidades das pessoas são realizadas pelo seu escore bruto independentemente de quais itens foram respondidos corretamente, como ressaltam Amantes, Coelho e Marinho (2015). Ainda segundo os mesmos autores, é necessário se certificar se a relação entre os traços latentes e as variáveis observáveis se enquadram nas “características fundamentais de mensuração”, para que sejam consideradas como “medidas”.

Georg Rasch considera uma medida válida a condição de independência entre “instrumento e objeto a ser medido”, caracterizando o seu modelo como “objetividade específica” (AMANTES; COELHO; MARINHO, 2015, p. 664). Wu e Adams (2007, p. 29,

---

<sup>11</sup> It converts an ordinal rating scale into a linear interval measure. (CHI; WANG; LIU, 2019, p. 8).

tradução nossa) apresentam a seguinte definição para esse termo: “o princípio da objetividade específica é que as comparações entre dois objetos devem estar livres das condições sob as quais as comparações são feitas”<sup>12</sup>, ou seja, as estimativas das habilidades das pessoas não dependem das respostas corretas aos itens, mas sim de seu escore bruto. Mas, se os itens utilizados no *checklist*<sup>13</sup> forem diferentes para avaliar o grupo de pessoas, os escores brutos já não serão estatísticas suficientes para estimar as habilidades.

### 3.3 Delimitação conceitual das “habilidades”

Na análise de dados educacionais, o modelo de Rasch é extensamente usado para estimar a habilidade dos estudantes e a dificuldade dos itens. Entretanto, segundo o pesquisador San Martín (2015), raramente se explicita o que se entende por “dificuldade” ou por “habilidade”, sendo que seu significado não depende das estimativas, mas estas últimas é que serão interpretadas em função dos significados desses termos. De acordo com o pesquisador,

O significado das habilidades, assim como das dificuldades, se baseia exclusivamente em probabilidades de respostas corretas/incorrectas. É por isso que este modelo deve ser considerado como um modelo descritivo no sentido de que não se oferece nenhuma explicação psicológica ou educacional das habilidades e dificuldades. É possível, no entanto, estender este modelo de maneira a incorporar um aspecto explicativo tanto das habilidades como das dificuldades.<sup>14</sup> (SAN MARTÍN, 2015, p. 91, tradução nossa).

Considerando a ausência de especificação conceitual do termo “habilidades” na utilização do modelo de Rasch, revela-se a pertinência, no contexto de análise de dados educacionais, de se delimitar o conceito no âmbito pedagógico. Segundo Brasil (2017), a organização curricular atual valoriza a construção de competências e habilidades. Enquanto as competências se referem à mobilização de recursos para resolver situações, ou seja, aos saberes,

---

<sup>12</sup> The principle of specific objectivity is that comparisons between two objects must be free from the conditions under which the comparisons are made. (WU; ADAMS, 2007, p. 29).

<sup>13</sup> O *checklist* elaborado para esta pesquisa consiste em um instrumento para verificar quais itens o participante realizou corretamente ou incorretamente no espaço laboratorial.

<sup>14</sup> El significado de las habilidades, así como de las dificultades, se basa exclusivamente en probabilidades de respuestas correctas/incorrectas. Es por ello que este modelo debe considerarse como un modelo descriptivo en el sentido de que no se provee ninguna explicación psicológica o educacional de las habilidades y dificultades. Es posible, sin embargo, extender este modelo de manera de incorporar un aspecto explicativo tanto de las habilidades como de las dificultades. (SAN MARTÍN, 2015, p. 91).

as habilidades consistem na aplicação prática de uma determinada competência para resolver uma situação complexa, relacionando-se ao fazer.

Assim, em um contexto pedagógico, o conceito de habilidade está vinculado à execução de tarefas com o conhecimento necessário para realizá-las. Nesse sentido, as habilidades técnicas laboratoriais pesquisadas neste trabalho consistem no desempenho de determinadas tarefas com entendimento dos processos, a partir de conhecimentos específicos, no espaço do laboratório de físico-química.

### **3.4 Unidade de análise**

A unidade de análise desta pesquisa consiste em cada uma das operações executadas pelos estudantes nas atividades experimentais observadas, sob a perspectiva da análise proposta pelo modelo Rasch. Ela está situada na interseção entre três campos de estudo envolvidos no trabalho: (1ª) Educação Profissional e Tecnológica; (2ª) Educação em Química e (3ª) Campo de estudos da Pedagogia, dedicado a compreender o desenvolvimento de habilidades, competências e os processos de avaliação. A figura 4 apresenta, a seguir, os conceitos estruturantes dessa unidade de análise, considerando também a perspectiva sob a qual a análise é empreendida.

**Figura 4: Unidade de análise situada entre os campos de estudos envolvidos nesta pesquisa.**

<i>Educação Profissional e Tecnológica</i>		<i>Educação em Química</i>
	<p><b>UNIDADE DE ANÁLISE</b>  <i>Operações executadas pelos estudantes nas atividades experimentais observadas</i></p>	
<i>Pedagogia dedicada a compreender o desenvolvimento de habilidades e competências</i>		<i>Perspectiva da análise proposta pelo modelo dicotômico de Rasch</i>

**Fonte: Elaborado pela autora.**

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia da pesquisa, desenvolvida em quatro etapas: 1) elaboração do instrumento de medida, o *checklist*; 2) produção dos registros em vídeo dos participantes executando técnicas do curso da EPTNM; 3) análise dos registros em vídeo concomitantemente ao preenchimento do *checklist* e 4) execução dos dados coletados no WINSTEPS® e análise por meio do modelo estatístico dicotômico de Rasch.

Segundo Fonseca (2002), aspectos como coleta de dados por meio de observação, com enfoque na interpretação dos dados, compreendendo o contexto em sua totalidade e de forma organizada, são abordagens qualitativas, enquanto procedimentos formais para coleta de dados são abordagens quantitativas. Este trabalho realizou observação, interpretações de dados, e utilizou os documentos de laboratório, Procedimento Operacional Padrão (POP) para elaboração do *checklist* e o programa estatístico WINSTEPS® para análise do instrumento por meio do modelo de Rasch dicotômico. Dessa maneira, considera-se que este trabalho apresenta um marco metodológico de caráter quantitativo-qualitativo.

### 4.1 Contexto e Participantes

Na expectativa de investigar atividades a serem realizadas por estudantes em seu primeiro contato com a técnica proposta, selecionou-se uma turma de 36 estudantes que estavam matriculados na 1ª série do Curso Técnico em Química, da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM), sob a modalidade de ensino na forma integrada, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Foram selecionados os alunos matriculados na disciplina “Introdução à Química Experimental” (IQE), pela oportunidade de os alunos do primeiro ano do curso profissionalizante executarem, pela primeira vez, os procedimentos de técnicas laboratoriais básicas e fundamentais para o próprio curso, na primeira e segunda ocasiões das aulas. Já na terceira ocasião, esses mesmos alunos, participantes da pesquisa, estavam matriculados na disciplina de “Físico-Química”. Além disso, no planejamento das disciplinas, havia a previsão de um período dedicado ao desenvolvimento da técnica de preparo de soluções, importante condição para se avaliar o desenvolvimento dos alunos ao longo de um período de tempo no preparo das atividades experimentais.

Em conjunto com o professor da disciplina de IQE, foram apresentados aos alunos os objetivos desta pesquisa, assim como o processo da coleta de dados e os critérios na análise dos

registros em vídeo. A fim de assegurar o respeito aos direitos dos participantes, como sigilo, privacidade, anonimato e segurança da coparticipação na pesquisa, foram apresentados aos estudantes os seguintes documentos: 1) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice A), destinado aos responsáveis legais pelos estudantes menores de 18 anos; 2) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice B), destinado aos estudantes maiores de 18 anos e 3) Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE – Apêndice C), dirigido aos estudantes (todos menores de 18 anos). Embora o Comitê de Ética em Pesquisa tenha exigido a apresentação de um TCLE para o professor da disciplina, como participante da pesquisa, esse documento não foi apresentado a ele, uma vez que o professor da disciplina e o orientador da pesquisa são a mesma pessoa.

## **4.2 Produção dos Registros em Vídeo**

Após a autorização e concordância dos termos de consentimento e assentimento dos participantes, realizou-se a ambientação no laboratório de Físico-Química, o local de realização das atividades da disciplina de IQE, uma semana antes das aulas de preparo de soluções aquosas, com a finalidade de que os participantes se sentissem familiarizados com os equipamentos de filmagem e com a presença da pesquisadora. Ressaltamos que as gravações foram registradas com o objetivo de coletar apenas as imagens dos estudantes manuseando as técnicas.

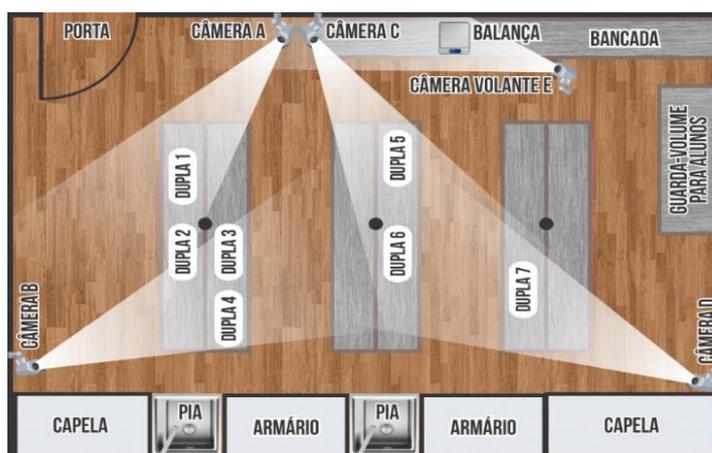
A turma da 1ª série do Curso Técnico em Química era constituída por 36 alunos, que, para a realização da disciplina de IQE, eram organizados em três subturmas de 12 estudantes, de modo a comportar com segurança a atividade no espaço laboratorial. As aulas ocorriam semanalmente em dois horários consecutivos de 50 minutos cada. Os registros em vídeo foram realizados durante três semanas consecutivas de aulas, com as três subturmas, através de equipamentos como câmeras de filmagem e tripés.

Foram utilizadas quatro câmeras em tripés fixos e uma câmera volante para o registro de pesagens na balança analítica, no laboratório de Físico-Química do CEFET-MG – Campus I. As câmeras foram dispostas em posições de modo a fazer os registros das duplas de alunos na posição diagonal, captando de forma minuciosa o manuseio das técnicas executadas pelos participantes, que seria posteriormente analisado.

O laboratório acomodava seis bancadas, com espaço apropriado para distribuir duas duplas por bancada. As duas balanças disponíveis no laboratório foram posicionadas em

bancadas diferentes para facilitar a circulação dentro do espaço e minimizar o deslocamento e o tempo de espera do(a) colega ao realizar a pesagem. A figura 5 apresenta o layout simplificado do laboratório com as posições das câmeras em relação às posições das duplas de estudantes nas bancadas.

**Figura 5: Layout simplificado do laboratório de Físico-Química (sala 412) do Campus I do CEFET-MG, com o posicionamento das câmeras de vídeo e as posições das duplas de estudantes.**



Fonte: Elaborado pela autora.

Os estudantes, mesmo em duplas, realizaram individualmente a prática completa. Enquanto um(a) aluno(a) executava a prática, o(a) colega da dupla apenas observava. Após concluído o processo, a dupla se invertia, ou seja, um(a) executava e o(a) outro(a) observava. Mesmo que, ocasionalmente, as duplas realizassem as atividades práticas em conjunto, essa dinâmica foi imprescindível para a pesquisa, pois era necessário analisar todos os itens do mesmo processo para cada participante. Desse modo, foi possível mensurar a habilidade de cada aluno(a) durante a realização de todo o procedimento da atividade experimental observada.

### 4.3 Preparo de Soluções Aquosas a partir de um Sólido

Optou-se por escolher, junto ao professor regente da turma, uma técnica que fazia parte da natureza das atividades dos técnicos em Química em sua rotina de trabalho, que consiste no preparo de soluções aquosas a partir de um soluto sólido. Essa escolha foi feita em razão de estar no planejamento do professor para ser instruída em semanas subsequentes, critério necessário para este processo de investigação, uma vez que se pretendia observar uma técnica

que os alunos tivessem a oportunidade de executar mais de uma vez. Entre as atividades práticas orientadas pelo professor da disciplina, realizadas ao longo das três semanas da observação, variou-se o sólido empregado como soluto em função de algumas propriedades físicas ou químicas, como a higroscopia<sup>15</sup> e o caráter químico.

Na primeira aula, os alunos preparam soluções com o sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ); na segunda, com o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ); e na terceira, com o cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ). Os cálculos das massas de soluto a serem medidas para o preparo das soluções foram feitos, nas três ocasiões, pelo professor da disciplina de forma interativa com os alunos, no início de cada aula, no quadro do laboratório, o que ficou registrado e disponível para consulta durante toda a aula prática.

No início da primeira aula, para cada subturma, o professor fez uma demonstração da técnica, executando todo o procedimento do preparo de soluções, seguindo os passos de um documento de laboratório das disciplinas técnicas-profissionalizantes do Curso Técnico em Química do CEFET-MG, chamado de Procedimento Operacional Padrão (POP) para o preparo de soluções e para a realização de medidas de massa em balança eletrônica.

O professor da disciplina, assim como outros professores de disciplinas técnicas do curso, segundo esse mesmo professor, considera que a utilização do POP nos laboratórios de Química é uma atividade praticamente indispensável para o trabalho dos estudantes nos laboratórios, pois leva à execução de procedimentos de forma clara e objetiva, evitando esquecimentos de aspectos e passos importantes das técnicas que devem ser seguidos, assim como permite a padronização de todos os procedimentos, otimização de tempo e menor perda de reagentes. Diante da importância de seu uso, esse documento foi disponibilizado pelo professor aos estudantes na primeira ocasião das aulas sobre preparo de soluções. Durante as aulas experimentais, nas três ocasiões, os estudantes o traziam em mãos para o acompanhamento na execução da técnica.

Além disso, na primeira ocasião, o professor apresentou as orientações sobre os objetivos das práticas, vidrarias dispostas nas bancadas e nos armários, bem como sobre o modo como as duplas deveriam fazer o revezamento na realização da técnica. Nas outras duas ocasiões, os estudantes podiam solicitar ajuda ao professor, que estava disponível a auxiliá-los, e/ou utilizar o POP.

Para a realização da técnica, na primeira e segunda aulas, as bancadas no laboratório já dispunham de vidrarias e utensílios limpos e secos, necessários para a atividade proposta, assim

---

<sup>15</sup> Substâncias que conseguem absorver água em condições ambientes.

como de solutos nas bancadas onde estavam posicionadas as balanças para medição das massas dos sólidos, além dos recipientes adequados para despejo das soluções com as devidas etiquetas de identificação. Já na terceira semana, os alunos tiveram que pegar o material nos armários do laboratório e organizá-los na bancada, o que ampliou a autonomia dos estudantes no processo. Ressalta-se que havia dois recipientes de despejo etiquetados disponíveis para os alunos, mas, pela notável importância do aprendizado de todo o processo, os alunos elaboravam uma etiqueta equivalente à etiqueta dos frascos de laboratório. Era imprescindível o uso de máscara, luvas e óculos de segurança ao manipular as substâncias. Os estudantes também contavam com um caderno de uso pessoal para as devidas anotações e cálculos. As fotos a seguir apresentam alguns dos procedimentos técnicos durante o preparo de soluções aquosas.

**Figura 6: Transferência da massa para o recipiente sobre prato da balança.**



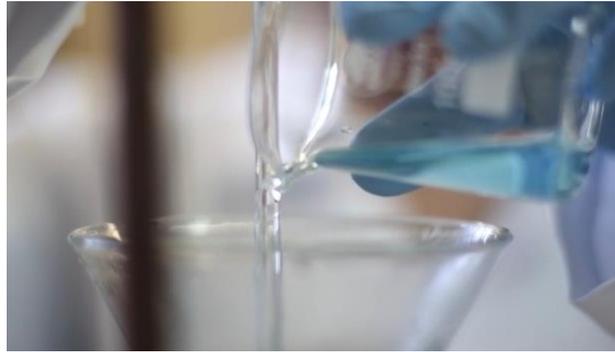
Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 7: Realização da dissolução completa do soluto no béquer.**



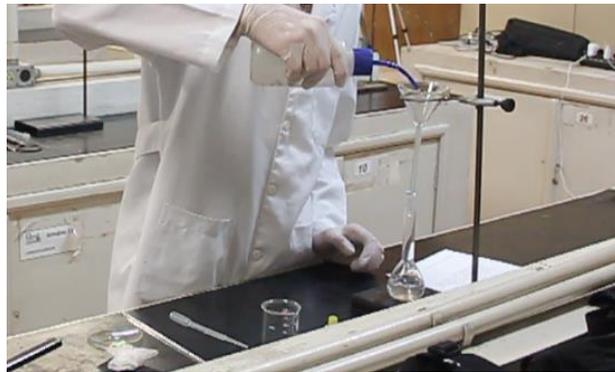
Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 8: Transferência do líquido no balão volumétrico.**



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 9: Transferência da solução lavando bem as paredes do funil.**



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 10: Destampou o balão e completou o volume.**



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 11: Homogeneização da solução invertendo o balão volumétrico.**



**Fonte: Arquivo pessoal.**

As figuras apresentam a sequência de técnicas que os estudantes desenvolveram no laboratório da disciplina “Introdução à Química Experimental”. O instrumento elaborado com os procedimentos foi separado em três fases: 1<sup>a</sup>) medição do soluto sólido; 2<sup>a</sup>) preparação para a transferência do líquido e 3<sup>a</sup>) transferência do líquido. A figura 6 representa o participante realizando procedimentos na primeira fase, como transferência de forma lenta e contínua da massa para o recipiente vazio sobre prato da balança, com auxílio de uma espátula, até indicação da massa desejada no *display*, sem deixar cair soluto no prato da balança. A figura 7 mostra um procedimento na segunda fase, solicitando a transferência do sólido para o béquer até a dissolução completa do soluto. Por fim, as figuras 8, 9, 10 e 11 apresentam uma sequência de procedimentos na terceira fase da técnica para preparo de soluções aquosas, como transferência do líquido com auxílio de um bastão de vidro posicionado verticalmente em relação ao funil, lavagem do funil utilizado para a transferência e aferição do volume, acertando o menisco com a marca de graduação do instrumento e agitando o balão volumétrico com movimentos circulares.

#### 4.4 Procedimentos de Análise dos Registros

Analisou-se o desempenho individual dos estudantes na execução das técnicas por meio da observação dos registros em vídeo e se avaliou os alunos por meio do instrumento de avaliação de habilidades técnicas do tipo *checklist*. Concomitantemente ao processo de observação e registro, estruturou-se o *checklist* com 25 itens, a partir do POP para o preparo de soluções (Anexo A) e para a realização de medidas de massa em balança eletrônica (Anexo B).

Para cada participante foram atribuídos três testes, um para cada ocasião (aula) em que esteve presente. Mesmo os alunos faltosos em uma ocasião permaneceram com algum *checklist* para as outras ocasiões. Além disso, durante as análises dos estudantes manuseando as técnicas, percebeu-se que não foi preciso fazer ajustes nos *checklists*, pois não houve ações inesperadas significativas para análise. Cada *checklist* foi registrado com um código alfanumérico atribuído para cada estudante, de forma que se pudesse garantir-lhes o anonimato. O código alfanumérico foi constituído pela letra T seguida pelo número 1, 2 ou 3 para indicar, primeiramente, a ocasião, e posteriormente dos números 1, 2 ou 3 para a subturma do(a) estudante, acompanhados por outro número entre 1 e 36 para cada estudante da turma.

Para fazer as avaliações das habilidades técnicas dos estudantes, foi atribuído para cada item do *checklist* um escore de 0 (zero), quando os procedimentos foram realizados incorretamente ou não realizados, ou 1 (um) para os procedimentos realizados corretamente, a fim de atender a uma exigência do modelo dicotômico de Rasch, que utiliza uma função matemática para modelar a probabilidade de resposta de um(a) aluno(a) a um item em função da habilidade desse(a) estudante. A soma dos resultados dos 25 itens para cada estudante e para cada ocasião de aula constitui seu escore bruto de desempenho da habilidade laboratorial, na execução da técnica naquela ocasião.

#### 4.5 Comportamentos dos estudantes no espaço laboratorial

Ao fazer a análise dos registros em vídeo, assistiu-se, no mínimo, oito vezes a cada filmagem (duas vezes para cada estudante) para preenchimento do *checklist*, pois as câmeras filmadoras capturavam duas duplas na bancada, simultaneamente, e para cada aluno(a) foi realizada a análise individualmente. Foram quatro câmeras direcionadas às bancadas por subturma, e como foram feitos os registros em três subturmas, obtiveram-se 12 vídeos na primeira, segunda e terceira ocasiões, totalizando 36 vídeos de coleta de dados, com duração

média de 1 hora e 20 minutos cada um. Ainda, foram produzidos mais 3 vídeos (um por subturma) em cada ocasião de filmagem da câmera volante, que registrou os procedimentos de determinação de medida de massa em balanças eletrônicas de cada estudante nas respectivas ocasiões, totalizando 9 vídeos com duração média de 20 minutos cada um.

Ao entrarem para a aula, os alunos chegavam ao laboratório com a vestimenta adequada, pegavam os materiais escolares necessários, colocavam suas mochilas no armário e se dirigiam ao professor, que realizava os cálculos na lousa antes de os estudantes se direcionarem às suas bancadas. Esse processo foi realizado em todas as ocasiões.

Como se fez a ambientação uma semana antes das filmagens em análise, os alunos se sentiram mais acomodados com a presença ocasional de equipamentos e com o fato de estarem sendo filmados. Observou-se que, durante as aulas, os alunos chegavam a se esquecer das filmagens e se viravam contra as câmeras.

Para a própria segurança dos alunos no espaço laboratorial, o professor solicitava que o(a) estudante que estivesse realizando a atividade permanecesse em sua bancada na postura correta, ou que o(a) colega da dupla que estivesse em pé aguardando o(a) outro(a) terminar a atividade se sentasse na banquetta e aguardasse sua vez para executar a técnica. Essa dinâmica permitia às câmeras a captura da imagem correta de cada participante para posterior análise.

Na primeira ocasião das três subturmas, o professor fez a demonstração da técnica no início da aula de preparo de soluções aquosas a partir do soluto sólido, executando todo o procedimento seguindo os passos do Procedimento Operacional Padrão (que já estava disponível no material do aluno). Além disso, o professor leu todos os passos do POP, instruindo-os sobre como fariam sozinhos após sua explicação e solicitou-os que levassem o POP na sequência de aulas daquela técnica. Após os esclarecimentos e orientações, os alunos se direcionaram à suas bancadas em duplas, as quais permaneceram quase as mesmas durante as três ocasiões.

Durante a explicação do professor, grande parte dos estudantes mostraram-se interessados e atentos à explicação e/ou acompanharam o roteiro do procedimento da técnica pelo material, mas havia alunos que ficavam conversando entre si e se mostravam desinteressados. Observou-se que uma subturma em especial se mostrou mais atenta e interessada nas aulas. Nestas aulas o laboratório estava sempre mais silencioso e os alunos compenetrados no manuseio da técnica, não apresentando distinção no número de alunos ou prevalência de um gênero em relação às três subturmas.

As vidrarias estavam sobre as bancadas na primeira e segunda ocasiões. Já na terceira, os alunos tiveram que pegá-las nos armários, assim como saber quais delas eram necessárias à

prática. O professor não fez intervenções na escolha do material pelos alunos, pois eles mostraram saber como proceder sem maiores dificuldades na identificação e separação das vidrarias. Entretanto, o professor interviu na escolha de materiais disponíveis no laboratório, como a tampa do balão que precisava estar bem encaixada na vidraria, exigência do item 24 do *checklist* que consistia em homogeneizar a solução invertendo o balão cerca de vinte vezes.

Ao iniciarem a prática, percebeu-se que, durante as três ocasiões, praticamente todos os estudantes checavam o POP durante a execução da atividade, enquanto o colega da dupla o observava. A maioria executou o procedimento sem ajuda do professor ou do(a) colega, e apenas em alguns momentos durante a tarefa o professor precisou solicitar ao(à) colega da dupla que se sentasse e não interferisse, mas se nota que evitou-se dar instruções durante o andamento da atividade. Alguns erros técnicos também ocorreram durante as ocasiões por um(a) só estudante da dupla, não sendo alertado(a) pelo(a) colega que, na sua vez, fazia corretamente.

Em alguns momentos, um(a) colega pedia ao(à) companheiro(a) de sua dupla certa orientação no manuseio, como, por exemplo, a respeito da ordem em que precisava executar determinada técnica do procedimento. Outros(as) demonstravam clareza no que deveriam executar, assim como conhecimento e aptidão na manipulação das vidrarias. Não obstante, havia alunos que demonstraram o domínio das etapas para preparar a solução, mas não tinham o completo saber da utilização das vidrarias e vice-versa. Ressalta-se que, em última instância, alguns alunos tinham conhecimento das etapas a seguir, entendiam a utilização de cada vidraria, mas eram carentes na aptidão de executá-las, ou seja, não conseguiam executar a técnica exatamente como se faz necessário nos laboratórios de Química.

#### **4.6 Construção do Instrumento de Avaliação da Habilidade Técnica**

Elaborou-se o *checklist* (Quadro 7) a partir do POP e pela observação geral dos procedimentos realizados pelos estudantes nas aulas. A fim de organizar o preenchimento do *checklist* para cada participante, os procedimentos das técnicas experimentais foram divididos em três fases: (1ª) medição do soluto sólido; (2ª) preparação para a transferência do líquido e (3ª) transferência do líquido e finalização do preparo da solução. Na medida em que se analisavam os vídeos, eram preenchidos os *checklists* de forma dicotômica, com 1 (um) para “SIM”, indicando que o item foi executado corretamente, e 0 (zero) para “NÃO”, indicando que o item não foi executado ou foi incorretamente executado. Concluída essa análise, a soma dos itens corretos dentre os 25 itens do checklist representou o escore bruto do(a) estudante.

Os vídeos foram analisados na primeira ocasião por subturma e por subtarefa por meio do preenchimento do *checklist* para cada aluno(a). Posteriormente, analisou-se a segunda ocasião com o mesmo procedimento utilizado na primeira e, por fim, a terceira ocasião foi também analisada. Ao final, foram 108 *checklists* analisados e identificados por códigos alfanuméricos. Entre eles, seis ficaram com dados faltantes em decorrência de não terem sido captadas as imagens nos vídeos, já que alguns alunos viraram de costas para a câmera ou se deslocaram da bancada, não sendo possível fazer o registro conforme almejado. Também, faltaram dados dos 25 itens de três alunos. Um aluno estava presente na primeira aula, mas faltou nas subsequentes e dois alunos estavam presentes na primeira e terceira aulas, mas faltaram na segunda. Ainda que houvesse dados faltantes, os dados coletados foram inseridos no programa WINSTEPS®, pois o software lida com dados faltantes, o que não constituiu um problema analítico.

Na primeira ocasião, um aluno não se atentou a uma etapa do documento, item 21 do *checklist*, e o professor solicitou que ele refizesse todo o processo de preparo da solução. Mesmo com o número reduzido de alunos no laboratório, é inviável que todos sejam observados pelo professor durante toda a execução da técnica, ainda que solicitado. Enquanto o professor está atendendo a um(a) aluno(a), outro(a) que está na espera, às vezes, acaba por realizar a execução da técnica sem a devida intervenção, pelo anseio de finalizar a aula prática. Contudo, há um grupo de estudantes que não o requisitaram e que carecem de ajustes na execução da técnica. Em alguns manuseios, percebe-se o contínuo erro de alunos manuseando algumas técnicas durante as ocasiões, em razão da dificuldade de o professor observar todos os estudantes simultaneamente e, assim, não intervindo na prática errada desses alunos.

O instrumento utilizado para a avaliação da habilidade técnica de preparo de soluções aquosas a partir de soluto sólido, do tipo *checklist*, está representado no Quadro 7.

**Quadro 7: Checklist preenchido por meio da análise dos registros em vídeo.**

<i>Item</i>	<i>1ª fase – Medição do soluto sólido</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>
01	Usou um recipiente de pesagem limpo e seco.		
02	Colocou o recipiente vazio no centro do prato da balança.		
03	Tarou a balança.		
04	Transferiu de forma lenta e contínua a massa para o recipiente vazio sobre o prato da balança, com auxílio de uma espátula.		
05	Transferiu o material cuja massa será medida para o recipiente sobre o prato da balança sem deixar cair material no prato da balança.		
06	Transferiu o material cuja massa será medida para o recipiente sobre o prato da balança até indicação da massa desejada no <i>display</i> .		
07	Retirou cuidadosamente o recipiente do prato da balança.		
08	Zerou a balança.		
	<i>2ª Fase – Preparação para a transferência do líquido</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>
09	Transferiu o sólido para um béquer contendo um volume de água destilada.		
10	Transferiu o sólido para o béquer com o auxílio de um jato de água destilada de uma pisseta, lavando bem o recipiente de pesagem.		
11	Agitou o sistema com um bastão de vidro até dissolução completa.		
12	Certificou-se de que o funil a ser usado na transferência estava limpo e seco.		
13	Apoiou o funil em um suporte.		
	<i>3ª Fase – Transferência do líquido</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>
14	Transferiu o líquido com auxílio de um bastão de vidro, posicionado verticalmente em relação ao funil.		
15	Transferiu a solução para o balão volumétrico lavando bem as paredes do béquer.		
16	Transferiu a solução para o balão volumétrico lavando bem o bastão.		
17	Transferiu a solução para o balão volumétrico lavando bem as paredes do funil.		
18	A solução transferida para o balão volumétrico estava em temperatura ambiente.		
19	Adicionou água destilada ao balão até que o nível da solução ficasse um pouco abaixo da base do colo do balão.		

20	Colocou a tampa com firmeza no lugar e homogeneizou a solução, agitando o balão com movimentos circulares.		
21	Destampou o balão volumétrico e completou o volume da solução com água destilada, de modo que a parte inferior do menisco tangenciou o traço de aferição do balão.		
22	Segurou o balão volumétrico pelo colo e aferiu o volume da solução.		
23	Aferiu o volume da solução em relação ao traço de aferição do balão, colocando o traço nivelado na altura dos olhos.		
24	Tampou o balão volumétrico e homogeneizou a solução, invertendo-o cerca de vinte vezes.		
25	Transferiu a solução recém-preparada para um frasco armazenador apropriado, rigorosamente limpo, seco e previamente rotulado.		

**Fonte: Elaborado pela autora.**

#### **4.7 Construção da escala Rasch**

A escala Rasch foi construída com os dados observáveis registrados em vídeos e convertidos em escores pelo preenchimento do *checklist*. Em seguida, elaborou-se uma matriz com os escores de cada estudante nas três ocasiões, que foram inseridos no programa WINSTEPS® para a obtenção das medidas intervalares, ou seja, uma escala capaz de atribuir aos traços latentes um caráter de medida intervalar.

Agruparam-se as três subturmas, com 36 alunos no total, compondo, assim, cada ocasião. Ao final das três ocasiões, obtiveram-se 108 sujeitos analisados mediante 25 itens do *checklist*. A seguir, representa-se de forma esquemática como a matriz foi estruturada para sua inserção como base de dados ao programa WINSTEPS®.

**Tabela 1: Matriz esquemática da aplicação de 25 itens a 36 sujeitos em 3 ocasiões.**

Participante	Itens								
	1	2	3	.	.	.	23	24	25
10111	1	1	1	1	1	0	1	0	1
10211	1	1	0			1	1	1	1
...	1	0	1	0	1	0	1	0	1
13531	1	0	1	0	1	0	1	0	1
13631	1	1	1	0	1	0	1	1	1

**Fonte: Elaborado pela autora.**

O campo de itens semipreenchido, como para o estudante 10211, indica que, durante a observação dos vídeos, não foi possível analisar tais procedimentos descritos nestes itens em determinada ocasião, embora tenham sido analisados em outras. Por esse motivo, optou-se por manter a análise desses estudantes, pois a ausência dos dados não gerou problemas para a investigação.

A numeração para identificar o participante, seguiu a seguinte ordem, da direita para a esquerda: gênero (1 – feminino; 0 – masculino); subturma (1, 2 ou 3); ocasião da atividade registrada (1, 2 ou 3) e número da chamada disponibilizada pelo professor (1 a 36). Posteriormente, codificou-se os dados em uma planilha única no Microsoft Excel, no formato da tabela 3, para as três ocasiões em sequência. Cada ocasião distinguiu-se em uma cor diferente, caracterizando três cores diferentes na planilha (pois são três ocasiões) e cada uma seguiu a formatação em ordem numérica da direita para esquerda em: gênero, subturma e número da chamada. Assim, a planilha estava pronta para ser inserida no WINSTEPS®.

#### **4.8 Aplicação e Tratamento dos Dados pelo Modelo Rasch**

Após a elaboração de uma matriz com os resultados de cada ocasião, eles foram inseridos no programa WINSTEPS®, com o objetivo de gerar uma escala intervalar de medida para o desenvolvimento das habilidades técnicas laboratoriais descritas nesse formulário. A tabulação foi elaborada no Microsoft Excel com vinte e seis colunas. Na primeira coluna,

apresenta-se a sequência dos códigos alfanuméricos que distinguem os participantes e, em seguida, constam vinte e cinco colunas categorizando os itens do *checklist*.

Ao inserir a matriz no WINSTEPS®, o programa gerou algumas tabelas que permitiram que se verificasse a adequação dos dados ao modelo estatístico dicotômico desenvolvido por Georg Rasch. As tabelas oferecem dados como: evidências para avaliar se os dados analisados se ajustam bem ao modelo; se o teste atende ao requisito da unidimensionalidade, elemento primordial do modelo Rasch; a variância explicada e inexplicada das medidas dos itens e das pessoas; o ajuste dos itens ao teste; o mapa de dimensionalidade; o desvio padrão e a média dos itens e das pessoas. Assim, foram extraídas as tabelas para a análise, que são apresentadas para discussão no próximo capítulo deste trabalho.

Ressalta-se que se pretendia realizar, após as análises do modelo de Rasch, dois procedimentos qualitativos – aplicação de formulário e entrevistas –, mas a intenção inicial foi excluída da investigação que originou esta dissertação em decorrência das dificuldades de se estabelecer contato com os participantes provocadas pelo advento da pandemia de COVID-19.

#### **4.9 Aspectos éticos da investigação**

Perante a importância dos cuidados imprescindíveis a todos os participantes desta pesquisa, este trabalho, intitulado “Avaliação do desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes da educação profissional técnica de nível médio em Química”, passou por procedimentos categóricos de avaliação ética, para que, assim, a investigação com os estudantes pudesse acontecer. A primeira etapa foi o cadastro do projeto na Plataforma Brasil para submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do CEFET-MG. A coleta de dados para esta pesquisa se iniciou após a aprovação do parecer ético favorável emitido pelo CEP e a autorização pela diretoria do CEFET-MG para a participação de estudantes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM) em Química.

Após discutir a pesquisa com o professor regente da disciplina, tendo este aprovado a participação de sua turma nesta pesquisa, foi agendada a data em uma de suas aulas neste laboratório para que a pesquisadora pudesse ter uma conversa sucinta, para não prejudicar o andamento da disciplina, mas esclarecedora de toda a metodologia com os estudantes para a realização desta pesquisa. Na ocasião, foi conferida aos alunos a absoluta liberdade de decisão de participar ou não da investigação, bem como lhes foi assegurado que a decisão de não

participar da pesquisa não influenciaria sobre o desenvolvimento da disciplina, pois eles iriam realizar todas as atividades da aula normalmente, em bancadas fora do alcance das câmeras.

Seguindo o mesmo compromisso com os aspectos éticos, a pesquisadora entregou os termos de consentimento para os estudantes menores de 18 anos, para conhecimento desta pesquisa e para assinatura dos responsáveis, se assim achassem pertinente. Ressalta-se que todos os estudantes tinham menos de 18 anos e, por isso, o termo foi entregue aos representantes legais. Aos estudantes que se dispuseram a participar, foram assegurados sua privacidade e seu anonimato durante todas as atividades da pesquisa por meio do uso do código alfanumérico atribuído para cada estudante, como relatado neste capítulo.

A pesquisadora se comprometeu a proceder uma escuta atenta às reações e emoções manifestadas pelos estudantes durante as filmagens em vídeo (1ª fase), de forma a interromper qualquer uma das atividades em caso de qualquer sinal de angústia ou constrangimento, não havendo nenhum prejuízo pessoal. O anonimato e a segurança dos participantes também foram garantidos durante as análises das imagens em vídeos (2ª fase), que foram armazenados no computador portátil, com senha, de acesso exclusivo da pesquisadora, identificados por códigos alfanuméricos.

Os riscos para os estudantes nesta pesquisa foram mínimos, restringindo-se, na 1ª fase, a um possível desconforto diante das câmeras na realização das atividades práticas no laboratório, assim como à possibilidade de tropeçar em algum tripé (aparelhos de três pés sobre os quais as câmeras estavam apoiadas) ou de esbarrar em alguma câmera próxima de sua bancada (tanto para os estudantes participantes como para os não participantes). Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 1ª fase, a pesquisadora se comprometeu a posicionar as câmeras em locais de baixa circulação, delimitando o espaço em que se localizavam os tripés das câmeras com fita de demarcação de segurança.

Ressalta-se que os riscos para os participantes nesta pesquisa, na 1ª fase, foram os mesmos riscos aos quais os estudantes não participantes estavam submetidos, pois, como mencionado anteriormente, os alunos foram bem esclarecidos de que a não participação nessas filmagens não acarretaria em nenhum prejuízo moral ou acadêmico, pois não influenciaria nas relações pessoais com o professor e com seus colegas de classe ou no desenvolvimento da disciplina do curso.

Importa dizer que a investigação dependia da realização das atividades experimentais por parte dos estudantes em seu ambiente habitual de ocorrência, ou seja, no laboratório da disciplina em seu horário e modo comum. Isso apresentou duas implicações para a pesquisa: (1ª) não seria possível realizar as observações em outro ambiente e outro horário, a não ser no

horário normal da disciplina ocorrida no seu respectivo laboratório; e (2ª) os estudantes que não assentirem ou não tiverem autorização dos responsáveis legais para participar da pesquisa estariam presentes nas atividades da aula, no mesmo espaço em que aconteceriam as observações.

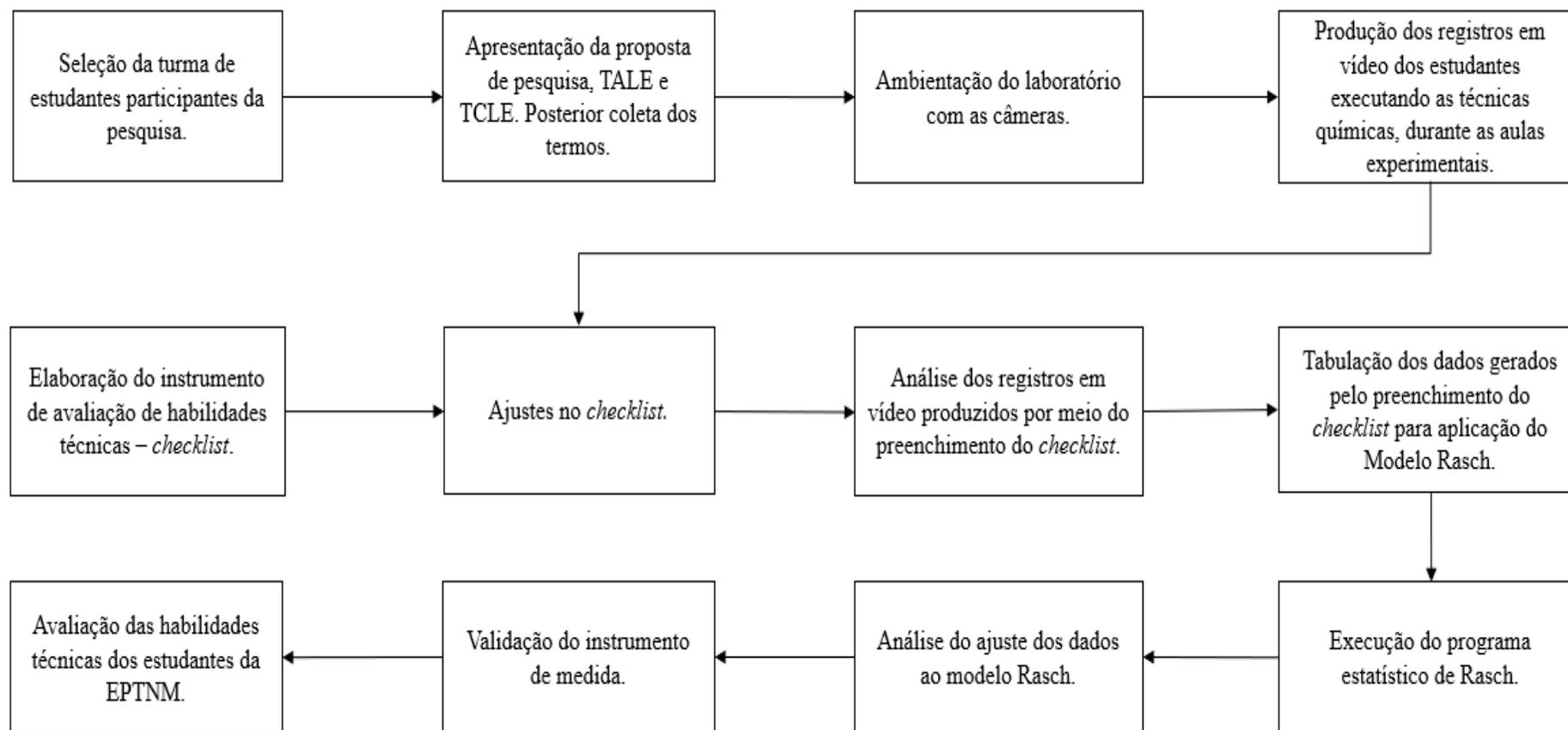
Do mesmo modo, todas as informações são fornecidas através de dois termos, de acordo com a Resolução CNS nº 466/2012 e a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde: 1) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e 2) Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). De modo a garantir aos participantes o respeito aos seus direitos, foram apresentados três TCLE: um para o responsável legal pelos alunos menores de 18 anos, um para os estudantes maiores de 18 anos e outro para o professor.

O TCLE, documento destinado aos responsáveis pelos estudantes menores de 18 anos, foi entregue e coletado pela pesquisadora em dia e horário combinados entre a pesquisadora e o professor da turma, visando não trazer prejuízos para a aula e para seus alunos. Entende-se a importância de o TCLE ser individualizado por aluno (no caso de irmãos), com um campo para inserir o nome do aluno participante e dos seus responsáveis, assim como o campo de assinatura para ambos, em caso de que houvesse dois (pai e mãe, por exemplo).

As filmagens tiveram início na semana anterior às aulas de interesse da pesquisa, com o objetivo de evitar que alunos reagissem de forma inapropriada diante das câmeras. Na 1ª etapa desta pesquisa, as câmeras não captaram áudio. Assim, as informações dos registros em vídeo analisadas na 2ª etapa foram apenas imagens gravadas dos estudantes que participaram da pesquisa, desconsiderando qualquer tipo de áudio ou ruído, que pode, eventualmente, ter ocorrido na 1ª etapa.

As câmeras seriam ajustadas de modo a não filmar os estudantes que não assentissem (ou que não tivessem autorização dos responsáveis) em participar da pesquisa. Contudo, houve a participação de toda a turma. Durante e após as filmagens, apenas os pesquisadores responsáveis têm acesso às filmagens e, além disso, nenhuma filmagem foi divulgada, bem como se preservou o anonimato na identificação do(a) participante, por meio de um código alfanumérico, nos resultados das habilidades técnicas transcritas no trabalho. As filmagens capturadas e armazenadas nos cartões de memória das máquinas utilizadas (posse da pesquisadora), foram transferidos dos cartões de memória imediatamente após as filmagens para seu computador portátil, garantindo que as imagens não fossem armazenadas nos cartões ou acessadas por terceiros.

Apresenta-se, na Figura 12, uma síntese da metodologia desenvolvida nesta pesquisa ao longo da investigação.

**Figura 12: Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa.**

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo consiste na análise da execução, por estudantes, de uma técnica de Química no contexto de um curso da EPTNM utilizando o modelo dicotômico de Rasch. A sucessão de tabelas e discussões possibilitou a construção do resultado, que mostrou o bom ajuste dos dados ao modelo e às premissas que validaram o instrumento de medida da técnica.

### 5.1 Análise do Instrumento de Avaliação da Habilidade Técnica

Em alguns itens específicos de cada fase do procedimento, observou-se a ocorrência de erros técnicos durante as três ocasiões em análise. Os itens do *checklist* com predominância de erros técnicos na primeira fase foram os itens 4 e 6. As falhas técnicas nesses procedimentos podem ser explicadas quando analisamos os vídeos e percebemos que os alunos cometiam tais erros em razão de não executarem de forma lenta a transferência do soluto para o vidro de relógio, atingindo uma quantidade de massa superior à desejada, o que pode ser consequência da falta de prática dos estudantes. Nesta primeira fase, essas foram as práticas em que os estudantes apresentaram maiores dificuldades em lidar com as técnicas.

Na segunda fase da atividade, constatou-se que os itens 9 e 10 do *checklist* trazem procedimentos que não foram executados pelos estudantes recorrentemente durante as ocasiões. Considera-se que alguns estudantes não se lembravam de qual procedimento deveria ser executado, ou não acompanhavam o POP, pois no item 9, por exemplo, os alunos realizavam a transferência do sólido para o béquer e só depois adicionavam a água destilada, ordem inversa em relação às orientações do POP. O erro no procedimento 10 refere-se à ausência do uso da água destilada para transferência do sólido ao béquer, como auxílio primário. Os alunos utilizavam primeiro a espátula para a transferência, que poderia estar suja com resíduos, ou não transferiam todo o soluto medido na balança, pois ficavam restos do soluto na espátula.

Os itens 16, 17 e 24 se destacaram pelo recorrente número de erros durante as três ocasiões. Nos dois primeiros itens, os estudantes não lavaram as vidrarias ou lavaram de forma inacabada, o que pode decorrer de os alunos ainda não terem compreendido o conceito de transferência quantitativa. Especificamente no item 24, percebe-se uma ampla ocorrência de erros, visto que alguns estudantes fizeram movimentos com o balão volumétrico que não eram de inversão, como exigia a técnica. Para outros erros cometidos, consideram-se as seguintes hipóteses: 1) como o item 24 foi a penúltima etapa do procedimento da técnica, os alunos

poderiam estar cansados e, por isso, invertiam o balão de forma incorreta e/ou rápida; 2) os alunos não consideraram a importância da homogeneização do material no balão, não realizando a inversão 20 vezes, aproximadamente e 3) ao inverter o balão, os alunos se dispersaram no laboratório e se perderam na contagem.

Constatou-se que alguns itens também apresentam erros e importa ressaltar que o motivo não foi a execução incorreta, mas a não execução. Alguns estudantes, em especial na última ocasião, não realizaram os itens 19 e 20, que eram práticas conjugadas, ou seja, para realizar a etapa 20 fazia-se necessário ter realizado no mínimo incorretamente a etapa 19, mas nenhuma foi realizada. Pode-se supor que os alunos tenham se confundido com as etapas 23 e 24, que se assemelham às anteriormente mencionadas (19 e 20), ou se esqueceram de executá-las. Desse modo, novamente, demonstraram não acompanhar as etapas descritas no POP.

A tabela a seguir mostra o escore bruto de cada estudante. Para a construção do quadro, foram considerados os nomes dos alunos em ordem alfabética, presentes na lista de chamada disponibilizada pelo professor da disciplina. Os números 1, 2 e 3 representam, respectivamente, a subturma do estudante, seguidos pelo número da chamada do aluno – ressaltamos que a disciplina era composta por uma turma de 36 alunos dividida em 3 subturmas para realização da aula prática no laboratório. Destacamos que apenas a pesquisadora e o professor da disciplina tinham acesso aos dados.

**Tabela 2: Escore bruto de cada estudante por ocasião.**

Estudante	Ocasião 1	Ocasião 2	Ocasião 3
T11	13****	17	15
T12	17	22	17
T13	19	19	19
T14	Faltou	15	13
T15	21	Faltou	17
T16	16****	22	17
T17	14	19	17
T18	20	Faltou	15
T19	19	21	12*****
T110	19	14****	14*****
T111	19	18	15

T212	20	19	20***
T213	22	15**	16
T214	21	19	18
T215	21	18	16
T216	17	16	20
T217	13	20	17
T218	19	19	16
T219	23	22	19
T220	20	22	19
T221	22	19	17
T222	18	17	21
T223	17	20	13
T324	14*****	20	16*
T325	20	17*	21
T326	15	13	15
T327	14	20*	21
T328	15	11	16*
T329	11	16	11
T330	14	13	18
T331	19	13	11
T332	17	15	20
T333	13	14	<b>8</b>
T334	13	11	16
T335	10	10*	16
T336	16	13	19

*Notas: (\*) – O resultado do escore bruto que está demarcado com um asterisco apresenta os dados faltantes do estudante, ou seja, itens que não foram analisados por algum erro durante a filmagem.*

**Fonte: Elaborado pela autora.**

Os dados faltantes do estudante T11 ocorreram porque, durante a filmagem, ele não realizou a prática na bancada ou virou de costas para a câmera filmadora, impossibilitando a análise da técnica realizada pelo estudante naquele momento. O significativo número de dados faltantes dos estudantes com asteriscos decorreu de algum erro durante a filmagem, pois quando os estudantes foram realizar os procedimentos descritos na primeira fase da técnica, a

pesquisadora que estava filmando não filmou esses estudantes em consequência de estar conferindo e ajustando as outras câmeras no laboratório.

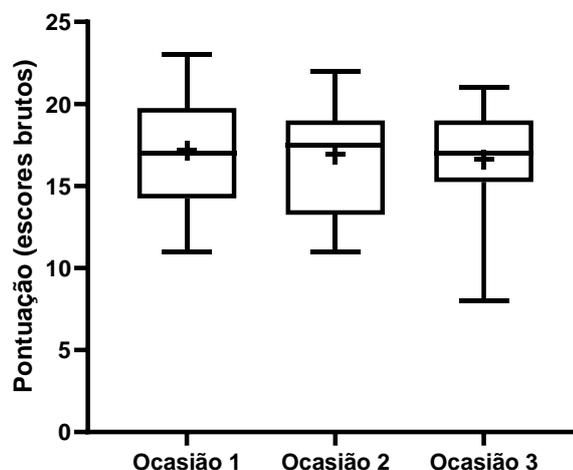
Os dados do escore bruto das três subturmas por ocasião estão apresentados em um gráfico do tipo boxplot (Figura 13). Esse gráfico apresenta informações de tendência, dispersão, forma de distribuição de valores mínimos e máximos da amostra, valores atípicos (chamados de *outliers*) e comparações entre grupos amostrais, conforme sugerido por Neto *et al.* (2017). Esses dados estão apresentados na tabela 3.

**Tabela 3: Escore bruto individual dos alunos durante as três ocasiões.**

	Ocasião 1	Ocasião 2	Ocasião 3
Máximo	23	22	21
Percentual 75%	19,8	19	19
<b>Mediana</b>	<b>17</b>	<b>17,5</b>	<b>17</b>
(IC 95%)	(15 - 19)	(14 - 19)	(16 - 19)
Percentual 25%	14,3	13,3	15,3
Mínimo	11	11	8
Amplitude	12	11	13
<b>Média</b>	<b>17,2</b>	<b>16,9</b>	<b>16,6</b>
(IC 95%)	(15,79 - 18,55)	(15,48 - 18,35)	(15,25 - 18)
Desvio Padrão	3,3	3,4	3,3

Fonte: Elaborado pela autora

**Figura 13: Variabilidade dos escores brutos das três subturmas por ocasião.**



Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme a Figura 13, as ocasiões 1, 2 e 3 apresentaram médias com valores próximos (respectivamente 17,2, 16,9 e 16,6). O mesmo ocorreu em relação às medianas (respectivamente 17, 17,5 e 17). Ao se analisarem esses resultados, considera-se que não foram verificados valores discrepantes nas três ocasiões apresentadas. Na ocasião 1, os escores brutos entre os estudantes diferenciaram-se em maior grau, comparados às outras ocasiões, ou seja, nesta ocasião houve maior dispersão nos valores da variável. Acredita-se que a razão para a obtenção desse resultado seja que a ocasião representou o primeiro contato dos estudantes com o procedimento da técnica de preparo de soluções.

Quanto à simetria dos dados, as ocasiões 1 e 3 mostraram-se mais simétricas, ou seja, a linha que simula a mediana está no centro do retângulo, como pode ser visto nos intervalos interquartílicos (dentro da caixa). Já a ocasião 2 apresentou uma maior variabilidade quando se analisa esse intervalo, exprimindo 50% de seus dados como assimétricos. Espera-se que, quanto menor variabilidade houver nos dados, melhor é o resultado do que se está caracterizando, como percebido no trabalho em que se analisou o progresso de desempenho dos alunos ao longo das ocasiões. Além disso, verificou-se que a ocasião 3 apresentou o menor escore encontrado e a ocasião 1 apresentou o maior valor encontrado. Entretanto, no geral, as distribuições dos valores das pontuações dos alunos foram similares nas três ocasiões.

Assim, pode-se concluir que a ocasião 3 apresentou melhores resultados no desempenho dos alunos manuseando as técnicas laboratoriais, pois apresentou a menor variabilidade em comparação às outras ocasiões, contudo, vale ressaltar que nesta ocasião ocorreu o menor desempenho alcançado por um estudante, atingindo o escore bruto de 8 itens, fato este que não ocorreu nas outras ocasiões. No geral, considera-se que a repetição da aula prática não influenciou no desempenho da habilidade laboratorial de forma significativa.

## **5.2 Análise do ajuste dos dados no modelo Rasch**

Elaborou-se uma matriz com os resultados de cada ocasião para que fossem inseridos no programa WINSTEPS®. Após inserir a matriz no *software*, o programa gerou algumas tabelas estatísticas que permitiram estimar as habilidades técnicas e a corroboração do instrumento a esta finalidade. Analisou-se o mapa de distribuições de pessoas e itens, variação explicada na medida, indicadores de adequação do modelo dicotômico de Rasch por meio dos valores de INFIT e OUTFIT, entre outros dados que permitiram presumir as propriedades de validade do instrumento de teste.

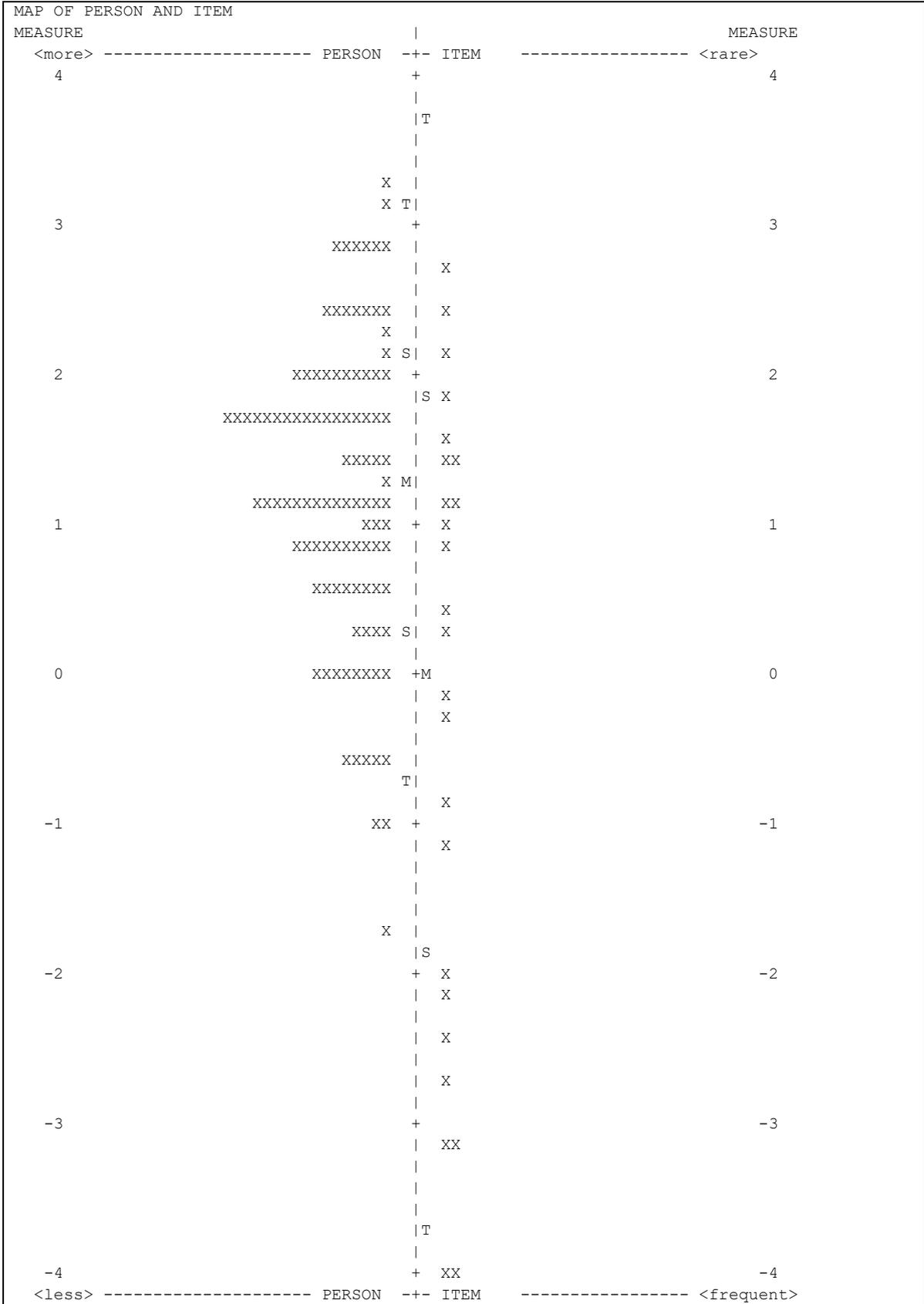
Um dos requisitos de ajuste ao modelo Rasch é a unidimensionalidade do instrumento de medida (LINACRE, 2020). Essa propriedade foi analisada a partir do percentual de variância explicada pelo modelo. Para verificá-lo, foi necessário consultar o mapa de distribuição de pessoas e itens, e a tabela de variação residual padronizada para dados dicotômicos de Rasch.

Iniciou-se, então, a observação do mapa da distribuição das medidas das habilidades dos estudantes (pessoas) e das dificuldades dos itens (Tabela 4). Nessa tabela, a variável é apresentada verticalmente, com as pessoas mais capazes e os itens mais difíceis no topo. A coluna da esquerda localiza as medidas de habilidade da pessoa ao longo da variável, enquanto a coluna da direita localiza as medidas de dificuldade do item ao longo da variável, em um intervalo de 4 logits a -4 logits. O valor de M representa o valor médio da habilidade da pessoa e da dificuldade do item. Valores de S indicam o deslocamento do desvio padrão à média, e valores de T indicam o deslocamento em dois desvios padrão da média. Cada letra X representa os itens (lado direito) e as habilidades (lado esquerdo).

Em seguida, consultou-se a figura 14, que apresenta a variância explicada prevista para existir em dados dicotômicos de Rasch, disponível no manual do WINSTEPS® (LINACRE, 2020), e se localizou o ponto máximo de variância explicada predita ou prevista pelo modelo Rasch. Para se localizar esse ponto no gráfico, o valor no eixo das abscissas foi dado pela média das medidas das pessoas (1,2 logits) menos a média das medidas dos itens (0 logit),  $x=1,2$ . Para o valor no eixo das ordenadas (variância dos dados explicada em porcentagem) verificou-se o desvio padrão das pessoas (1 logit) e dos itens (2 logits), delimitados como 1~2, respectivamente.

Após demarcados os eixos, considerou-se que o máximo de variância explicada pelas medidas Rasch foi de aproximadamente 42% para esses dados. Essa porcentagem foi a referência para análise da tabela de variância residual padronizada (Tabela 5), da porcentagem de variância explicada no teste e para verificar em que medida os dados se ajustaram ao modelo.

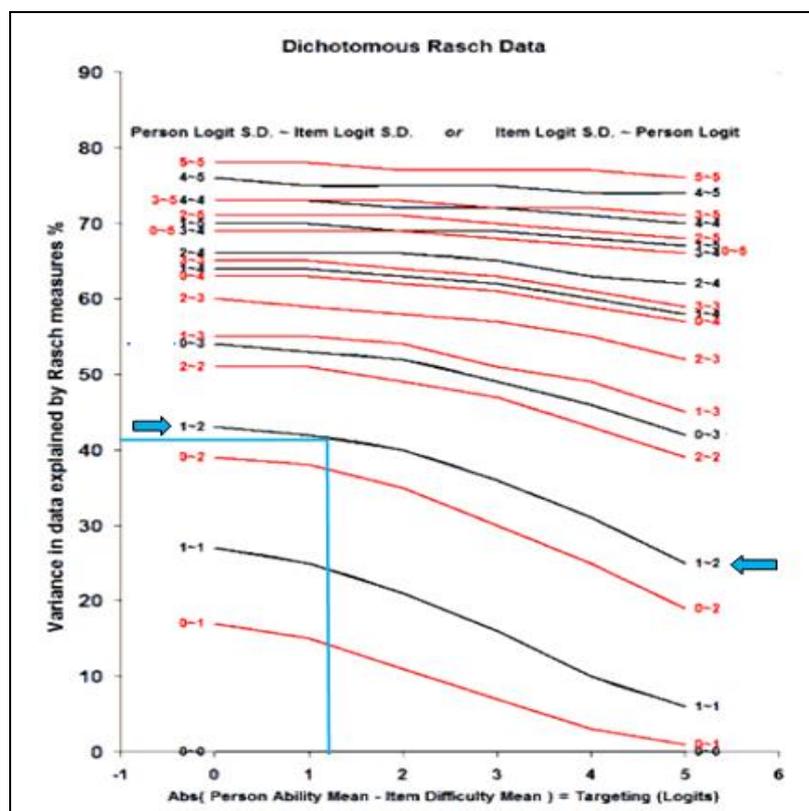
**Tabela 4: Mapa de distribuições de pessoas e itens.**



Analisando o mapa, observa-se que o desvio padrão em logit<sup>16</sup>, foi  $S = 1$  logit para a habilidade do estudante e  $S = 2$  logits para a dificuldade do item. O segundo passo foi obter o valor da média. Para as pessoas, essa média foi de aproximadamente 1,2 logits ( $M = 1,2$  logits), sendo o valor dos itens sempre zero, por convenção do modelo.

Após a obtenção dos valores dos desvios padrão e da média pelo mapa de distribuição (tabela 4), demarcou-se nos eixos da figura 14 o percentual atingido para esses dados da variância explicada mensurada pelo modelo Rasch.

**Figura 14: Proporção de variância explicada prevista para existir em dados dicotômicos.**



Fonte: Elaborado pela autora com dados extraídos do Manual WINSTEPS® (LINACRE, 2020, p. 412)

No manual do Linacre (2020), essa figura fica disposta apenas com as linhas em preto e vermelho, então cada pesquisa pode atingir uma dessas linhas na figura. Nesta pesquisa, como se obtiveram os valores para o desvio padrão de 1-2 (1 para habilidade e 2 para os itens), o primeiro ponto a ser marcado está nessa linha onde se posicionam as setas em azul. Posteriormente, no eixo da abscissa está o valor da média para as habilidades da pessoa. Os

<sup>16</sup> Logit: unidade das medidas Rasch: contração de *log odds unit*.

dados desta pesquisa apresentaram valores de  $M = 1,2$  logits. Após essa identificação, foram demarcadas as retas em azul e se observou que a reta em azul na horizontal atinge, aproximadamente, 42% da variância explicada pelo modelo. O eixo x é a diferença absoluta entre a média das distribuições da pessoa e do item, o eixo y representa a variação nos dados explicados em porcentagem e cada linha plotada corresponde a uma combinação de desvios padrão (LINACRE, 2020). O próximo passo foi analisar a tabela de variância residual padronizada (tabela 5).

**Tabela 5: Tabela de variância residual padronizada.**

TABLE 23.0 dados winsteps.xlsx		ZOU830WS.TXT		Jun 11 10:08	
2020					
INPUT: 108 PERSON 25 ITEM MEASURED: 105 PERSON 25 ITEM 2 CATS WINSTEPS					
3.70.0					
-----					
--					
Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance (in Eigenvalue units)					
			-- Empirical --		Modeled
Total raw variance in observations	=	36.8	100.0%		100.0%
Raw variance explained by measures	=	13.8	37.5%		37.9%
Raw variance explained by persons	=	5.6	15.1%		15.3%
Raw Variance explained by items	=	8.2	22.4%		22.6%
Raw unexplained variance (total)	=	23.0	62.5%	100.0%	62.1%
Unexplned variance in 1st contrast	=	2.6	7.1%	11.3%	
Unexplned variance in 2nd contrast	=	2.2	6.0%	9.5%	
Unexplned variance in 3rd contrast	=	1.9	5.1%	8.2%	
Unexplned variance in 4th contrast	=	1.6	4.5%	7.2%	
Unexplned variance in 5th contrast	=	1.5	3.9%	6.3%	

**Fonte: WINSTEPS® Version 3.70.0.**

Pela tabela de variância residual, verificamos que os dados desta pesquisa atingiram 37,5% da variância explicada. Ou seja, considerando a porcentagem de referência como 42% (Figura 14), observa-se que 37,5% representam 89% desta variância. De acordo com Linacre (2020, p. 412), 50% da variação nos dados é explicada pelas medidas de Rasch para um desvio padrão em torno de até 3 logits (as medidas em logit permitem estimar o ponto em que se encontra o grau de dificuldade do item e a habilidade da pessoa no instrumento elaborado). A partir dessa análise, conclui-se que o instrumento atendeu satisfatoriamente ao requisito da unidimensionalidade por meio do teste da variância explicada.

Além disso, por meio de outro mapa de distribuição de pessoas e itens (tabela 6) que foi gerado pelo WINSTEPS® (LINACRE, 2020), é possível descrever a medida de dificuldade para cada item do instrumento elaborado.

**Tabela 6: Mapa de distribuições de pessoas e itens.**

PERSON - MAP - ITEM				MEASURE
<more>	----- PERSON	+-- ITEM	-----	<rare>
4		+		4
		T		
		X		
		X T		
3		+		3
	XXXXXXX		06	
	XXXXXXXXX		17	
		X		
		X S	08	
2	XXXXXXXXXXXX	+		2
		S	04	
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		16	
		XXXXX	19 24	
		X M		
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		10 22	
1		XXX +	21	1
	XXXXXXXXXXXX		09	
	XXXXXXXXXX		20	
		XXXX S	15	
0	XXXXXXXXXX	+M		0
			03	
			05	
	XXXXXX			
		T		
			14	
-1		XX +		-1
			23	
		X		
		S		
-2		+ 13		-2
		11		
		25		
		2		
-3		+ 1 7		-3
		T		
-4		+ 12 18		-4
<less>	----- PERSON	+-- ITEM	-----	<frequent>

Analisando a tabela 6, observa-se a distribuição dos 25 itens do checklist no mapa e os 105 estudantes analisados. É possível verificar a hierarquia dos itens em grau de dificuldade, como o item 06 que apresentou o procedimento mais difícil comparado aos outros procedimentos, e os itens 12 e 18 os procedimentos mais fáceis para os estudantes. Pode-se analisar o mapa e verificar se os itens estão redundantes, muito fáceis. Além disso, pela distribuição das medidas de dificuldade dos itens e a medida da habilidade das pessoas ao longo do mapa, que ocorreu de forma dissipada, ou seja, não concentrados em apenas um grupo de habilidade ou um grupo de itens muito difíceis ou muito fáceis, é possível inferir que há estudantes com maiores habilidades capazes de executar procedimentos técnicos mais difíceis, assim como há estudantes menos hábeis capazes de executar procedimentos mais fáceis. De acordo com KARLIN e KARLIN (2018, p. 78, tradução nossa) "se o teste fosse muito fácil, os itens à direita estariam abaixo das pessoas à esquerda. Se o teste fosse muito difícil, os itens estariam acima das pessoas", ou seja, o teste poderia ser revisado. Por último, segundo os mesmos autores, quando uma pessoa e um item são perfeitamente combinados, ou seja, estão localizados na mesma diretriz no mapa, existe 50% de chance da pessoa responder a essa pergunta corretamente.

O modelo também provê a estatística Infit (MnSq), que permite avaliar o ajuste de cada medida estimada, para os itens e para as pessoas. Segundo Linacre (2020), valores para Infit entre 0,5 e 1,5 indicam confiabilidade da medida. Para este trabalho, foi importante extrair os valores de MNSQ (média quadrática), pois indicam o quanto os dados se ajustaram ao modelo, tanto para valores *infit* como para *outfit*. O que os diferencia é que *infit* correlaciona valores mais previsíveis entre o grau de habilidade de uma pessoa e a dificuldade dos itens, por exemplo: espera-se que itens mais fáceis recebam mais respostas. E *outfit* correlaciona valores com maior vulnerabilidade à distorção de dados entre habilidade da pessoa e resposta do item, ou seja, respostas fora do padrão, por exemplo: não se espera que uma pessoa com alta habilidade responda a um item fácil incorretamente. Já os valores de ZSTD não foram tão significativos para esta análise, pois representam a previsibilidade de ajuste em uma amostra muito grande dos dados ao modelo, o que não se aplica a esta pesquisa.

Os autores Karlin e Karlin (2018) exemplificam esse raciocínio:

[...] se a pessoa A está respondendo todos os itens corretamente, e o item 1 é o item mais fácil (porque todos estão respondendo corretamente), o modelo de medição Rasch irá prever que a pessoa A tem uma chance muito boa de responder ao item 1 corretamente. [...] No entanto, se a pessoa A responder inesperadamente ao item 1

incorretamente, isso será representado com valores maiores de infit e outfit. Um alto infit e/ou outfit para uma pessoa significa que a pessoa está respondendo de forma imprevisível (talvez porque ela esteja trapaceando, adivinhando ou tendo um problema). Um alto infit ou outfit para um item significa que o item está sendo respondido de forma imprevisível (talvez a pergunta esteja redigida de forma confusa, o que faz com que os alunos respondam de forma inconsistente)<sup>17</sup>. (KARLIN; KARLIN, 2018, p. 94, tradução nossa).

As medidas Rasch obtidas a partir dos dados desta pesquisa apresentaram valores de Infit (MnSq) entre 0,84 e 1,25 para 23 itens (tabela 7) e um valor mínimo (0) para os itens 12 e 18. Esses resultados indicam que as medidas dos 23 itens são confiáveis e os itens 12 e 18 podem ser descartados (Quadro 8) porque se mostraram muito fáceis. Embora se tenha experimentado a realização de uma segunda análise Rasch, na qual foram retirados esses dois itens, não foram identificadas alterações nas estatísticas de ajuste.

**Quadro 8: Itens do *checklist* que obtiveram Infit (MnSq) mínimo (0) para todos os participantes**

Fase do procedimento	Item
2ª Fase	(12) Certificou-se de que o funil a ser usado na transferência estava limpo e seco?
3ª Fase	(18) A solução transferida para o balão volumétrico estava à temperatura ambiente?

**Fonte: Dados da pesquisa.**

Entende-se que o item 12 obteve o valor zero para todos os estudantes provavelmente porque as vidrarias já estavam disponíveis no laboratório, lavadas e secas sobre a bancada ou no armário, o que fazia com que os alunos dispensassem essa verificação (mesmo a turma que fazia a aula após a primeira turma ter concluído a aula, pois a técnica do laboratório deixava sobre a bancada todas as vidrarias prontas para o uso). O item 18, também com valor Infit

<sup>17</sup> For example, if person A is answering all items correctly, and item 1 is the easiest item (because everyone is answering it correctly), the Rasch measurement model will predict that person A has a very good chance of answering item 1 correctly [...] However, if person A unexpectedly answers item 1 incorrectly, this will be represented with higher infit and outfit values. A high infit and/or outfit for a person means that the person is answering unpredictably (perhaps because they are cheating, guessing, or having a problem). A high infit or outfit for an item means that the item is being answered unpredictably (maybe the question is worded in a confusing way, which is causing students to answer it inconsistently). (KARLIN; KARLIN, 2018, p. 94).

(MnSq) mínimo, poderia ser retirado do instrumento (o *checklist*) concebido para avaliar o desempenho dos estudantes no preparo de soluções cuja dissolução do soluto não envolva variações de temperatura (especificamente nessa coleta de dados, o item 18 não foi relevante para análise devido às condições da aula em que foi realizada a pesquisa).

Para a habilidade dos estudantes, os valores de Infit (MnSq) ficaram entre 0,61 e 2,02 (tabela 8). Entretanto, em uma medida da habilidade do estudante T333, na terceira ocasião em que ele executou a técnica, o escore bruto não foi confiável para medida, mostrando-se inferior ao mínimo esperado. No total dos 25 itens do *checklist*, esse estudante executou o procedimento corretamente apenas em 8 técnicas. Dentre os itens procedidos incorretamente, encontram-se procedimentos na fase de medição do soluto sólido, preparação para a transferência do líquido e transferência do líquido. O quadro 9 apresenta, a seguir, a análise do *checklist* especificamente desse estudante.

**Quadro 9: Análise do *checklist* do estudante T333 na terceira ocasião em que atingiu o escore bruto de 8 acertos**

Fase do procedimento	Análise do item incorreto
1ª Fase	Item 01 ao 08: O estudante colocou o sólido no vidro de relógio sobre o prato da balança sem tarar (repetiu esse processo duas vezes). Deixou cair o soluto tanto na balança, quanto na bancada e utilizou a pesagem errada na prática proposta.
2ª Fase	Item 10: Transferiu o sólido para o béquer com o auxílio de um jato de água destilada de uma pisseta, porém, usou uma espátula como auxílio na transferência e não a lavou com água destilada. Item 13: Não apoiou o funil com firmeza no suporte e ele se movimentou durante o processo de transferência.
3ª Fase	Itens 15, 16 e 17: Não lavou adequadamente as devidas vidrarias. Item 19: Não adicionou água destilada no balão volumétrico. (Pulou a etapa). Item 20: Não agitou o balão com movimento circulares. (Pulou a etapa). Item 21: Inverteu o balão volumétrico ao passo que deveria completar o volume da solução com água destilada após homogeneizado. Item 24: Inverteu o balão volumétrico apenas 3 vezes.

**Fonte: Elaborado pela autora.**

O resultado apresentado por esse estudante não é esperado após a repetição das técnicas em três ocasiões, uma vez que, nas ocasiões anteriores, ele atingiu o escore bruto maior. Assim, existe a possibilidade de que, especificamente na ocasião 3, o estudante não executou com seriedade as técnicas propostas, ou se poderia supor que o tempo entre a prática da ocasião 2 e da ocasião 3 ter sido mais longo do que as práticas entre as ocasiões 1 e 2 tivesse se refletido em sua prática, sendo esta última possibilidade mais improvável, pois não se refletiu na prática de outros estudantes.

A tabela 7 apresenta valores para as medidas de 23 itens e de 25 itens do *checklist*, respectivamente. A diferença na quantidade de itens do primeiro resumo de medidas para o segundo deve-se ao fato de dois itens serem considerados muito fáceis, pois não houve nenhuma execução incorreta do procedimento em qualquer das três ocasiões. Assim, valores para INFIT e OUTFIT não são apresentados na saída do sumário da tabela com 25 itens, pois dois itens não foram calibrados suficientemente para calcular a média, desvio padrão, entre outros dados. Neste trabalho, foram utilizados para a interpretação dos resultados os valores de confiabilidade e separação dos itens.

**Tabela 7: Resumos dos dados dos itens.**

SUMMARY OF 23 MEASURED ITEM								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	67.9	102.8	.0000	.3278	.99	.09	.93	.03
SEM	5.4	.5	.3892	.0347	.02	.20	.07	.22
P.SD	25.2	2.4	1.8257	.1628	.11	.95	.33	1.04
S.SD	25.7	2.5	1.8668	.1664	.11	.97	.33	1.06
MAX.	101.0	105.0	2.7521	.7245	1.25	2.95	1.71	3.00
MIN.	22.0	98.0	-3.1895	.2146	.84	-1.03	.19	-1.47
REAL RMSE	.3700	TRUE SD	1.7879	SEPARATION	4.83	ITEM	RELIABILITY	.96
MODEL RMSE	.3660	TRUE SD	1.7887	SEPARATION	4.89	ITEM	RELIABILITY	.96
S.E. OF ITEM MEAN = .3892								
MAXIMUM EXTREME SCORE: 2 ITEM 8.0%								
SUMMARY OF 25 MEASURED (EXTREME AND NON-EXTREME) ITEM								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	70.8	103.0	-.4113	.4476				
SEM	5.3	.5	.4570	.0888				
P.SD	26.2	2.4	2.2388	.4350				
S.SD	26.7	2.5	2.2850	.4440				
MAX.	105.0	105.0	2.7521	1.8246				
MIN.	22.0	98.0	-5.1414	.2146				
REAL RMSE	.6263	TRUE SD	2.1494	SEPARATION	3.43	ITEM	RELIABILITY	.92
MODEL RMSE	.6242	TRUE SD	2.1500	SEPARATION	3.44	ITEM	RELIABILITY	.92
S.E. OF ITEM MEAN = .4570								
ITEM RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -.94								
Global statistics: please see Table 44.								
UMEAN=-.0000 USCALE=1.0000								

Fonte: WINSTEPS® Version 3.70.0.

Observa-se que, dos 23 itens medidos pelo instrumento *checklist*, o resultado apresentou uma confiabilidade de 0,92 – o que pode ser considerado um alto valor de confiabilidade dos itens, visto que se esperam valores próximos de 1. O valor de separação para o item resultou em 3,43, mostrando que os itens podem ser agrupados em 3 níveis de dificuldade, aproximadamente, ou seja, há procedimentos da técnica considerados difíceis que serão executados corretamente por um grupo menor de estudantes, além de alguns menos difíceis e outros fáceis.

A tabela 8 apresenta valores estatísticos para as medidas da habilidade técnica de estudantes executando o preparo de soluções aquosas. Nessa tabela foram extraídos valores de confiabilidade e separação das habilidades. Foram considerados o total de 105 pessoas, pois os participantes foram analisados em três ocasiões diferentes. Como em cada ocasião havia, aproximadamente, 36 alunos, ao final da análise de três ocasiões trabalhou-se com um total de 105 pessoas. A ausência de 3 habilidades decorreu dos estudantes T14, T15 e T18, pois eles faltaram, respectivamente, na primeira, segunda e segunda ocasiões, mas foram analisados em outras ocasiões, não causando prejuízos à confiabilidade do resultado.

**Tabela 8: Resumos dos dados dos sujeitos.**

SUMMARY OF 105 MEASURED PERSON								
	TOTAL			MODEL	INFIT		OUTFIT	
	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	16.9	24.5	1.2290	.5701	1.01	.04	.93	.10
SEM	.3	.2	.0960	.0052	.02	.09	.06	.06
P.SD	3.3	1.6	.9793	.0532	.25	.94	.64	.63
S.SD	3.3	1.6	.9840	.0534	.25	.94	.64	.63
MAX.	23.0	25.0	3.3346	.8069	2.02	2.46	4.74	2.42
MIN.	8.0	16.0	-1.6810	.5290	.61	-1.93	.37	-1.00
REAL RMSE	.6033	TRUE SD	.7715	SEPARATION	1.28	PERSON RELIABILITY	.62	
MODEL RMSE	.5726	TRUE SD	.7945	SEPARATION	1.39	PERSON RELIABILITY	.66	
S.E. OF PERSON MEAN = .0960								
LACKING RESPONSES: 3 PERSON								
PERSON RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .93								
CRONBACH ALPHA (KR-20) PERSON RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .67 SEM = 1.87								
STANDARDIZED (50 ITEM) RELIABILITY = .79								

Fonte: WINSTEPS® Version 3.70.0.

Por meio da tabela 8, percebe-se que a confiabilidade da habilidade dos estudantes foi de 0,62, o que se configura como um valor aceitável. Já a confiabilidade de separação das pessoas foi de 1,28. Espera-se que valores mais próximos de 1 apresentem maior confiabilidade. Wiethaeuper *et al.* (2005) e Fisher (2008) sugerem que o índice recomendado seja superior a

0,60 para que se possa considerar como adequada a fidedignidade de uma escala. De acordo com Boone e Oltemeyer (2017, p. 8, tradução nossa) “esses índices permitem que os pesquisadores examinem a estabilidade da ordem de pessoas e itens”<sup>18</sup>.

Diante das evidências dos dados obtidos em relação às habilidades técnicas dos estudantes e das dificuldades dos itens, conclui-se que o instrumento se mostrou adequado para a avaliação e o acompanhamento do desenvolvimento das habilidades dos estudantes na execução da técnica de preparo de soluções, em virtude do bom ajuste dos dados ao modelo Rasch dicotômico, mesmo com dados ausentes em algumas análises, em especial na primeira ocasião da subturma 1. Portanto, este instrumento pode ser utilizado por outros professores e em outras ocasiões para avaliação confiável da habilidade técnica de preparo de soluções de estudantes em uma disciplina prática de laboratório, uma vez que o instrumento foi validado neste estudo.

---

<sup>18</sup> These indices allow for researchers to examine the stability of person and item ordering. (BOONE; OLTEMEYER, 2017, p. 8).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos objetivos deste trabalho foi analisar o progresso do desempenho de técnicas laboratoriais de estudantes do curso da Educação Profissional Técnica de Nível Médio em Química – EPTNM no CEFET-MG. Realizou-se, na primeira etapa da pesquisa, a observação dos alunos executando técnicas no laboratório da disciplina intitulada “Introdução à Química Experimental”. Posteriormente, validou-se o instrumento de avaliação do tipo *checklist* em conjunto com o modelo estatístico dicotômico de Georg Rasch.

Os resultados foram alcançados pelo desenvolvimento do problema de pesquisa: como realizar o processo de avaliação de desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais de modo válido, usando o modelo dicotômico estatístico desenvolvido por Georg Rasch, no contexto de uma disciplina de caráter prático-profissional da EPTNM.

A partir dos dados apresentados no capítulo anterior e da análise empreendida, foi possível concluir que o resultado atendeu aos objetivos iniciais. O instrumento elaborado nesta pesquisa apresentou confiabilidade para avaliar as habilidades técnicas laboratoriais dos participantes realizando um procedimento técnico de Química, através de uma análise utilizando o modelo dicotômico de Rasch.

Ponderou-se, para cada item do *checklist*, o seu grau de dificuldade e foi certificada sua adequação ao instrumento. Isso possibilitou analisar se algum item precisaria ser ajustado ou até eliminado para determinada avaliação. Julgou-se que apenas dois itens dos vinte e cinco propostos poderiam ser eliminados em estudos posteriores, pois espera-se que o item que apresenta medida de grau de dificuldade muito fácil seja eliminado do teste, já que apresenta redundância para aquele grupo de alunos analisados (ressalta-se que o teste não sofreria prejuízos). Também se pôde mensurar a habilidade do(a) participante, evidenciando o quão apto(a) está no construto mensurado.

A partir disso, o instrumento constituiu uma avaliação mais precisa da dificuldade dos itens do teste e do nível de habilidade do(a) aluno(a), visto pelo mapa de distribuições de pessoas e itens no capítulo 5. Assim, por meio dos dados observáveis desse atributo, o instrumento mostrou-se válido, uma vez que atendeu aos pressupostos imprescindíveis do modelo, como a unidimensionalidade, que significa que o desempenho dos alunos foi mensurado em apenas um construto, como as habilidades técnicas laboratoriais. Baseada nisso, esta investigação atendeu às expectativas da pesquisa, visto que foram obtidos elementos e conclusões capazes de contribuir no processo de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais.

Com o objetivo de sumarizar e analisar os dados quantitativos, construiu-se o gráfico *boxplot*. O resultado gráfico possibilitou a compreensão de que não houve melhoras significativas de desempenho por esses alunos no decorrer das aulas práticas, mesmo sob a orientação do professor da disciplina e com acesso aos procedimentos das técnicas escritos no documento intitulado Procedimento Operacional Padrão.

Acredita-se que alguns alunos não apresentaram dificuldades no decorrer das aulas, mesmo que tenham tido um escore bruto semelhante nas três ocasiões, pois os erros técnicos diferenciaram-se de uma ocasião para a outra, ou seja, o(a) estudante errou alguma técnica na primeira ocasião, mas não errou na segunda ou terceira, ou não errou alguma técnica na primeira ocasião, mas errou na segunda ou terceira. Esse fator evidencia que não há correlação direta entre saber executar a técnica e, de fato, executá-la corretamente, e mostra que a avaliação nunca deve se basear em momentos únicos, ou seja, deve ser contínua. Conclui-se, assim, que mesmo que alguns alunos obtiveram o escore bruto maior na última ocasião em comparação com a primeira – comportamento esperado na pesquisa –, de forma geral, não transcorreram aperfeiçoamentos significativos pelas três subturmas ao longo dessas ocasiões.

Assim, indaga-se: qual seria o argumento para justificar a persistência do erro em algumas técnicas laboratoriais por um aluno ao longo das ocasiões, ou seja, qual é o fator limitante em seu progresso? Seria alguma dificuldade na execução da técnica que poderia ser ajustada com a intervenção do professor, ou a falta de algum comportamento individual, como concentração e interesse? Outra questão se levanta: alguns alunos que não demonstraram dificuldades no primeiro contato com as técnicas erraram na segunda ou na terceira ocasião, ou seja, continuaram com escores constantes e não progrediram, então qual seria o fator que impediu o aperfeiçoamento geral das técnicas? Pode-se supor que seria pelo cansaço da repetição da técnica, que foi a mesma durante as ocasiões? Acredita-se que um estudo longitudinal poderá auxiliar com propriedade a responder a essas indagações, pois não se trata do objeto de estudo desta pesquisa, devido à necessidade de um recorte específico no tema e ao restrito período de tempo do mestrado, mas se tratam de aspectos observados ao longo da investigação.

Desse modo, conclui-se que este trabalho apresentou subsídios significativos para se refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem de Ciências no que se refere à avaliação e ao acompanhamento do desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes da EPTNM. Além disso, elaborou-se um instrumento de medida válido para mensurar traços latentes, como a habilidade técnica de estudantes no contexto de uma disciplina de caráter prático-profissional de Química, por meio da análise de um modelo estatístico dicotômico de

Rasch, o que possibilita que outros professores possam utilizar essa ferramenta para avaliar a aprendizagem do estudante no ambiente do laboratório escolar.

Estima-se como limitações na pesquisa o tamanho da amostra, pois se contou com 36 alunos divididos em três subturmas, mas em algumas das três ocasiões um aluno ou outro faltou à aula, o que impossibilitou algumas análises que, na primeira fase, poderiam ter otimizado o resultado. No mesmo sentido, na primeira ocasião alguns alunos de uma subturma específica não foram filmados em razão de problemas técnicos de filmagem, o que gerou dificuldades para realizar uma análise comparativa entre subturmas ao longo das três ocasiões. Ressalta-se que houve atenção ao máximo para filmar todas as atividades experimentais executadas por todos os alunos, sendo cerca de 6 a 7 duplas por ocasião.

Entretanto, ocorreu em alguns momentos a execução instantânea da pesagem do soluto sólido por um grupo de estudantes, pois havia duas balanças disponíveis no laboratório, comprometendo os registros em vídeo de todos os alunos em um mesmo período devido a manipulação das câmeras por uma só pessoa. Ainda, as câmeras filmadoras tinham um tempo de duração na captação de imagem, de aproximadamente 30 minutos, exigindo o que a pessoa responsável pelas câmeras verificasse as quatro câmeras para recomeçar outra filmagem. Além disso, as câmeras estavam posicionadas em tripés fixos e alguns alunos se viraram contra elas em um dado momento de execução da técnica, o que acarretou algumas limitações na análise. Com isso, acredita-se que os registros poderiam ser otimizados quando se consideram todos os contratempos mencionados.

Pondera-se que uma quarta ocasião também poderia ter proporcionado análises mais completas, entretanto, não foi possível pelo momento pandêmico em que esta pesquisa foi realizada.

A pesquisa originou importantes reflexões para o ensino-aprendizagem no campo da Educação em Ciências através das análises de estudantes executando técnicas de Química, por meio da apresentação de possibilidades de um recurso pedagógico no Ensino de Ciências em consonância com a Educação Tecnológica, visto que professores podem utilizá-las no momento de avaliar o ensino da técnica de forma confiável. Ressalta-se que os desdobramentos dessa pesquisa contribuem para que os docentes possam ponderar sobre o processo metodológico do Ensino de Química.

## REFERÊNCIAS

- AD'HIYA, E.; LAKSONO, E. W. Development and Validation of an Integrated Assessment Instrument to Assess Students' Analytical Thinking Skills in Chemical Literacy. **International Journal of Instruction**, v. 11, n. 4, p. 241-256, 10 jun. 2016.
- ALVES, F. C.; SARAIVA, R. S. L. Ralph Winfred Tyler e os princípios básicos da avaliação do currículo. **XII Encontro Cearense de História da Educação; II Encontro Nacional do Núcleo de História e Memória da Educação**. 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/39704>>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- ALVIM, T. R. **Desenvolvimento da Habilidade Técnica de Titulação em um Laboratório Escolar de Química**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- AMANTES, A.; COELHO, G. R.; MARINHO, R. A medida nas pesquisas em educação: empregando o modelo Rasch para acessar e avaliar traços latentes. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 657–684, set/dez. 2015.
- ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciência Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.
- BERNARDIM, M. L.; SILVA, M. R. da. Juventude, escola e trabalho: sentidos da educação profissional integrada ao ensino médio. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 32, n. 1, p. 211–234, jan./mar. 2016.
- BOONE, W. J.; NOLTEMEYER, A. Rasch analysis: A primer for school psychology researchers and practitioners. **Cogent Education**, v. 4, p. 1-14, 18 dez. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **BNCC – Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Cursos da Educação Profissional Técnica de Nível Médio**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cursos-da-ept/cursos-da-educacao-profissional-tecnica-de-nivel-medio>>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- CHACHAMOVICH, Eduardo. **Teoria de Resposta ao Item: Aplicação do modelo Rasch em desenvolvimento e validação de instrumentos em saúde mental**. 2007. Tese (doutorado). Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- CHI, SHAOHUI et al. Student progression on chemical symbol representation abilities at different grade levels (Grades 10–12) across gender. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 19, n. 4, p. 1055-1064, 6 jun. 2016.
- CHI, S.; WANG, Z.; LIU, X. Investigating disciplinary context effect on student scientific inquiry competence. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 18, p. 2736-2764, 22 nov. 2019.

CHIN, S. F.; LIM, H. L. Validation of an adapted instrument to measure students' attitude towards science. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 17, n. 2, p. 1-29, dez. 2016.

CIAVATTA, M. A produção do conhecimento sobre a configuração do campo da educação profissional e tecnológica. **HOLOS**, vol. 6, n. 132, p. 33, ago. 2016.

CORSETTI, B.; VIEIRA, L. O. de C. Políticas públicas para a educação profissional técnica de nível médio (1996–2013). **RBPAE**, v. 31, n. 2, p. 371-390, maio/ago. 2015.

FISHER, W. P. The cash value of reliability. **Rasch Measurement Transactions**, v.22, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.rasch.org/rmt/rmt221i.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIAMMATTEO, L.; OBAYA, A. V. Assessing Chemistry Laboratory Skills Through a Competency-based Approach in High School Chemistry Course. **Science Education International**, v. 29, p. 103-110, 2018.

GOMES, A. T. *et al.* Ensino Experimental: Implementando um plano de gerenciamento de laboratórios didáticos de Química em uma Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Acta Biomédica Brasiliensia**, [S. l.]. v. 6, n. 2, p. 97, dez. 2015.

HANCOCK, L. M.; HOLLAMBY, M. J. Assessing the Practical Skills of Undergraduates: The Evolution of a Station-Based Practical Exam. **Journal of Chemical Education**, v. 97, p. 972-979, 4 mar. 2020.

JOHNSTONE, A. H.; AL-SHUAILI, A. Learning in the laboratory: some thoughts from the literature. **The Royal Society of Chemistry**, [S. l.] v. 5, n. 2, p. 42-51, set. 2001.

KARLIN, O.; KARLIN, S. Making Better Tests with the Rasch Measurement Model. **InSight: A Journal of Scholarly Teaching**, v. 13, p. 76-100, 2018.

KONDO, A. E.; FAIR, J. D. Insight into the Chemistry Skills Gap: The Duality between Expected and Desired Skills. **Journal of Chemical Education**, v. 94, p. 304-310, 30 jan. 2017.

LEMOS, P. S.; SÁ, L. P. A avaliação da aprendizagem na concepção de professores de química do ensino médio. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 53–71, set/dez. 2013.

LINACRE, J. M. **A User's Guide to WINSTEPS® = Ministep-Rasch-Model Computer Programs**. Program Manual 4.5.4, ISBN 0-941938-03-4, 2020.

LINACRE, J. M. WINSTEPS® (Version 3.70.0). **Rasch Measurement Computer Programs**. Beaverton: Oregon, 2010.

LU, S.; BI, H. Development of a measurement instrument to assess students' electrolyte conceptual understanding. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 17, n. 4, p. 1030-1040, 27 jul. 2016.

MATSUMOTO, L. T. J.; KUWABARA, I. H. A formação profissional do técnico em química: caracterização das origens e necessidades atuais. **Quim. Nova**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 350-359, 2005.

MEDEIROS NETA, O. M. A configuração do campo da educação profissional no Brasil. **Holos**, vol. 6, n. 32, p. 50-55, 2016.

MELO, J. R. F de.; OLIVEIRA, S. C. R de.; MELO, E. S. N. Qualidade na Educação Profissional Técnica de Nível Médio e sua interiorização frente ao Plano Nacional de Educação (PNE 2014-2024). **Principia**, João Pessoa, n. 40, 2018.

NIÑO-BAUTISTA, L. *et al.* Adaptación y validación de instrumento para evaluar habilidades psicosociales y hábitos saludables en escolares. **Universidad y Salud**. v. 19, n. 3, p. 366–377, 1 dez. 2017.

NÚÑEZ, D. C.; ROJAS, E. M. Uso del modelo de Rasch para la construcción de tablas de especificaciones: Propuesta metodológica aplicada a una prueba de selección universitaria. **Actualidades Investigativas en Educación**, [S.l.]. v. 17, n. 1, p. 16, abr. 2017.

OLIVEIRA FILHO, A. A. de; FONSECA, M. A. da. **Análise de itens e da confiabilidade de um teste de avaliação de conhecimentos – Um estudo de caso**. 2006. Curso de Estatística, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

PARK, M.; XIUFENG LIU.; WAIGHT, N. Development of the Connected Chemistry as Formative Assessment Pedagogy for High School Chemistry Teaching. **Journal of Chemical Education**, v. 94, p. 273-281, 6 jan. 2017.

PENG HE *et al.* Using Rasch measurement to validate an instrument for measuring the quality of classroom teaching in secondary chemistry lessons. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 17, n. 2, p. 381-393, 2016.

PINHEIRO, Alfredo Bravo Marques *et al.* Formação pedagógica de professores da educação profissional e tecnológica numa instituição Brasileira. **Revista de Estudios e Investigación em Psicología y Educación**, España, v. extr., n. 6, p. 058-062, 2015.

PRADES, A.; ESPINAR, S. R. Laboratory assessment in chemistry: An analysis of the adequacy of the assessment process. **Assessment and Evaluation in Higher Education**, [S.l.]. v. 35, n. 4, p. 449–461, jul. 2010.

PRIYAMBODO, E. Validity and Reliability of Chemistry Systemic Multiple Choices Questions (CSMCQs). **International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)**, vol. 5, n.4, p. 306-309, dez. 2016.

QUEIROZ, S. L.; ALMEIDA, M. J. P. M de. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 41-53, 2004.

RASCH, G. On Specific Objectivity: An Attempt at Formalizing the Request for Generality and Validity of Scientific Statements. **Danish Yearbook of Philosophy**, v. 14, p. 58-93, 1977. Disponível em: <<http://www.rasch.org/memo18.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SAN MARTÍN, Ernesto. Modelos Rasch: ¿cuán (in-)coherentemente son presentados y utilizados? **Actualidades en Psicología**, Costa Rica, 29(119), 2015, p. 91-102.

SANTOS, F. P.; NUNES, C. M. F.; VIANA, M. C. V. A Busca de um Currículo Interdisciplinar e Contextualizado para Ensino Técnico Integrado ao Médio. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, São Paulo, v. 31, n. 57, p. 517-536, abr. 2017.

SCHWARTZ, L. B.; REZENDE, F. A qualidade do ensino de ciências na voz de professores da educação profissional técnica de nível médio. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.15, n. 03, p. 73-95, set./dez., 2013.

SEDUMEDI, T. D. T. Practical Work Activities as a Method of Assessing Learning in Chemistry Teaching. **EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education**, South Africa, 2017, v. 13, n. 6, 7 jun. 2016.

SILVA, M. L da.; FILHO, G. I. Trajetória histórico-normativa das políticas curriculares da educação profissional técnica de nível médio: de 1996 a 2008. **Cadernos de História da Educação**, v. 15, n. 2, p. 769-792, maio/ago. 2016.

SMITH, C. J. Improving the school-to-university transition: using a problem-based approach to teach practical skills whilst simultaneously developing students' independent study skills. **Chemistry Education Research and Practice**, United Kingdom, v. 13, p. 490-499, 3 set. 2012.

TAVARES, M. G. Evolução Da Rede Federal De Educação Profissional E Tecnológica: As Etapas Históricas da Educação Profissional No Brasil. **IX ANPED SUL**, seminário de pesquisa em educação da região Sul, p. 1-21, 2012.

WARNER, D. L.; BROWN, E. C.; SHADLE, S. E. Laboratory Instrumentation: An Exploration of the Impact of Instrumentation on Student Learning. **Journal of Chemical Education**, v. 93, p. 1223-1231, 18 maio 2017.

WIETHAEUPER, D.; BALBINOTTI, M. A. A.; PELISOLI, C.; BARBOSA, M. L. L. Estudos da consistência interna e fatorial confirmatório da Escala Toronto de Alexitimia (ETA-20). **Interamerican Journal of Psychology**, v. 39, n. 2, p.221-230, 2005.

WONG, C. W. W.; GOH, H. Y.; ONG, Y. Y. Understanding the Specific Technical Requirements Needed for Successful Transitioning to a Workplace and the Chemistry Undergraduate Course Syllabi: A Case Study. **Journal of Chemical Education**, v. 97, p. 72-79, 30 out. 2020.

WU, M.; ADAMS, R. **Applying the Rasch model to psycho-social measurement: a practical approach**. Educational Measurement Solutions, Melbourne, 2007.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS RESPONSÁVEIS PELOS ESTUDANTES

Projeto CAAE: \_\_\_\_\_, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 20\_\_.

Prezados (as) \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_, conforme o contato feito por telefone e/ou *e-mail*, enviamos este termo de consentimento para que você(s) possa(m) contribuir no sentido de autorizar a participação do(a) \_\_\_\_\_ na pesquisa intitulada “AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO EM QUÍMICA”.

A pesquisadora responsável pela investigação é a mestranda Kellyne Andressa Aquino de Souza, RG: MG-12.813.936, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se ao estudo dos processos de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes do Curso Técnico em Química do CEFET-MG. Por meio desta pesquisa, pretendemos contribuir para o campo da Educação em Ciências, no contexto da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, investigando o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais por parte de estudantes do Curso Técnico em Química da Educação Profissional Técnica de Nível Médio durante a fase inicial da formação profissional de estudantes desse segmento de ensino. Para o(a) estudante participar deste projeto, é necessário que obedeça aos seguintes critérios de inclusão: 1) ser estudante da Educação Profissional Técnica de Nível Médio; 2) ser estudante do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química do CEFET-MG; 3) estar cursando a disciplina de Laboratório de Físico-Química. Ainda, não poderá participar da pesquisa o estudante que apresentar o seguinte critério de exclusão: 1) ser aluno repetente da disciplina do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química. A pesquisa conta com as seguintes fases:

(1ª) Coleta de dados em vídeo, ou seja, apenas registro visual sem captação de som. Será feita a ambientação de uma aula com as câmeras filmadoras durante a realização das aulas práticas no laboratório de físico-química, para que os estudantes selecionados se acostumem com a presença das câmeras. Em seguida, no decorrer de quatro semanas, no segundo semestre letivo de 2020, as aulas neste laboratório serão filmadas sem captação de som, para

a análise da pesquisa. Porém, as filmagens só ocorrerão após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética, da autorização pelo estudante maior de 18 anos, da autorização dos responsáveis pelo estudante menor de 18 anos, pela autorização do estudante menor de 18 anos e do professor regente da turma.

(2<sup>a</sup>) Análise dos registros visuais levantados na 1<sup>a</sup> fase, garantindo o anonimato e a segurança dos estudantes filmados. Ressaltamos que a análise desse material não implicará sobre a avaliação do desempenho acadêmico dos alunos e nem terá qualquer efeito sobre suas relações pessoais com o professor e seus colegas de classe.

(3<sup>a</sup>) Realização de preenchimento de formulário e posterior entrevista com alguns estudantes, registrada em áudio, para ser transcrita para análise a fim de promover uma autoavaliação do seu desempenho durante a execução das atividades experimentais filmadas. Ressaltamos que o(a) participante será informado(a) de que o uso das respostas dadas às questões no formulário e no roteiro durante a entrevista serão confidenciais, e somente os pesquisadores responsáveis terão acesso integral para a análise proposta na pesquisa. Portanto, nenhum dado pessoal será divulgado na publicação da dissertação a ser produzida após a investigação. Eventualmente, o(a) \_\_\_\_\_ poderá ser contactado(a) para o preenchimento de formulário e uma entrevista a ser realizada até o final do 2º semestre letivo de 2020. O(a) \_\_\_\_\_ não será obrigado(a) a participar das filmagens pelas câmeras durante as aulas práticas de Química, do preenchimento de formulário, bem como das entrevistas, tendo a liberdade de recusar ou desistir de participar a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo ou consequência na rotina escolar, avaliação ou desempenho do(da) \_\_\_\_\_. O local e o horário para preenchimento do formulário e para a entrevista serão combinados, respeitando a disponibilidade e preferência sua e do estudante, em uma sala de aula comum do Campus I do CEFET-MG que ofereça condições de conforto (pouco ruído ou barulho, isento de odores, com iluminação e mobiliário adequados) e de privacidade ao(à) estudante. Consideramos importante dizer que o(a) estudante não terá nenhum custo ao participar da pesquisa.

A participação do(a) estudante, após a aprovação do CEP e após seu consentimento, ou assentimento e consentimento livre e esclarecido do responsável legal, ocorrerá, de forma direta, na 1<sup>a</sup> e na 3<sup>a</sup> fases, que envolverão filmagens sem captação de som na 1<sup>a</sup> fase, e eventual preenchimento de formulário e solicitação de entrevista registrada em áudio na 3<sup>a</sup> fase, e de forma indireta na 2<sup>a</sup> fase, nas análises dos registros visuais captados na 1<sup>a</sup> fase.

Esclarecemos que a coleta de dados na **1ª fase** será realizada por meio de filmagens – **registros visuais sem captação de som** – em quatro semanas durante o segundo semestre letivo do ano de 2020. A coleta de dados na 2ª fase será realizada por meio da consulta direta dos registros visuais dos estudantes filmados na 1ª fase. A coleta de dados **na 3ª fase** será via preenchimento de formulário e **gravação de áudio da entrevista** que, posteriormente, será transcrita para análise. Ressaltamos que a identificação dos estudantes participantes da pesquisa será omitida. Entendemos que os riscos decorrentes da participação do (da) \_\_\_\_\_ nessa pesquisa são mínimos, restringindo-se a: (1ª fase) desconforto diante as câmeras ao realizar a atividade prática no laboratório, assim como a possibilidade de, eventualmente, tropeçar em algum tripé – aparelho de três pés sobre o qual estarão apoiadas as câmeras – ou esbarrar em alguma câmera próxima a sua bancada; (3ª fase) possível cansaço ao longo do preenchimento do formulário e da entrevista, inibição, angústia ou constrangimento ao participar do preenchimento do formulário e da entrevista, decorrente do uso de equipamentos de registro ou do desconforto em responder a alguma pergunta. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 1ª e 3ª fases, a pesquisadora se compromete a proceder uma escuta atenta às reações e emoções manifestadas pelo(a) estudante durante as filmagens, preenchimento do formulário e entrevista, de forma a interromper qualquer uma das atividades em caso de qualquer sinal de angústia ou constrangimento. Além disso, como já foi mencionado, o(a) estudante poderá solicitar à pesquisadora, durante as filmagens, para não ser filmado. Caso isso aconteça, a pesquisadora solicitará ao professor da turma a possível mudança do aluno na bancada, de forma que as câmeras não capturem o(a) estudante. Se não for possível, a pesquisadora mudará a posição das câmeras. O(a) estudante também poderá solicitar ao entrevistador a interrupção do preenchimento do formulário e da entrevista e, caso sinta necessidade, deixar o local sem prestar esclarecimentos e sem qualquer prejuízo ou consequência para sua rotina escolar. A fim de preservar a identidade do(a) estudante, bem como seu anonimato, os arquivos dos registros visuais (1ª fase) e em áudio (3ª fase) ficarão guardados em um computador portátil de acesso exclusivo da pesquisadora. As filmagens armazenadas nos cartões de memória das máquinas utilizadas (posse da pesquisadora), serão transferidas dos cartões imediatamente após as filmagens para seu computador portátil, garantindo que as imagens não sejam armazenadas nos cartões e acessadas por terceiros. Cada arquivo será identificado com um código alfanumérico de conhecimento exclusivo dos pesquisadores responsáveis. Os cartões de memória utilizados para a produção dos registros de áudio das entrevistas também serão guardados em armário com chave, de acesso exclusivo dos pesquisadores responsáveis (a mestrande e o orientador), no gabinete do professor orientador,

localizado no prédio 07 do Campus II do CEFET-MG, assim como as pastas de arquivo com os formulários preenchidos. Especificamente, como ação mitigadora da 1ª fase, a pesquisadora se compromete a posicionar as câmeras em locais de baixa circulação, sem captação de áudio, e a delimitar o espaço em que estarão os tripés apoiando as câmeras com fita de demarcação de segurança. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 2ª fase, somente a pesquisadora e o orientador terão acesso aos registros em vídeo, que serão armazenados no computador portátil com senha, de acesso exclusivo da pesquisadora.

Por outro lado, entendemos que o(a) \_\_\_\_\_ poderá ser indiretamente beneficiado(a) por meio da possibilidade de refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem em Química, uma vez que a aprendizagem em Química é um processo inseparável do desenvolvimento de habilidades laboratoriais – o objeto de estudo desta pesquisa. Semelhantemente, de forma direta à sociedade e indireta aos estudantes, a pesquisa possibilitará a reflexão sobre os aspectos da prática laboratorial durante a formação acadêmica e profissional desses estudantes.

Como participante de uma pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, o(a) \_\_\_\_\_ é portador(a) de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Assim, será garantido a você(s) e ao(à) \_\_\_\_\_:

- a observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- a plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- a plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados colhidos de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- o acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- o acesso aos resultados da pesquisa;

- o ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- o acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você e por um pesquisador da equipe de pesquisa, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento à pesquisadora responsável.

Qualquer dúvida ou necessidade – nesse momento, no decorrer da participação do (da) \_\_\_\_\_ ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa – pode ser dirigida à pesquisadora, por e-mail: [kellyne.andressa@hotmail.com](mailto:kellyne.andressa@hotmail.com), telefone (31) 9 8859-6112, pessoalmente ou via postal para Rua Rio Verde, 386, Bairro Riacho das Pedras, (32.280-090). Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <http://www.cep.cefetmg.br> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, nº 5855 - Campus VI; E-mail: [cep@cefetmg.br](mailto:cep@cefetmg.br); Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se optar a autorizar a participação do(a) \_\_\_\_\_ na pesquisa, pedimos que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pela pesquisadora.

---

### **DECLARAÇÃO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS RESPONSÁVEIS PELOS ESTUDANTES**

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que autorizo a participação do(a) \_\_\_\_\_ como participante na pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do(a) responsável pelo(a) estudante: \_\_\_\_\_

Se você autorizar a participação do(a) \_\_\_\_\_ na 1ª fase, em que haverá gravação de imagem pelas câmeras filmadoras, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para esta fase:

( ) Autorizo a gravação de imagem do(a) \_\_\_\_\_ na 1ª fase, para serem analisadas na 2ª fase desta pesquisa.

Se você autorizar a participação do(a) \_\_\_\_\_ na 3ª fase, em que haverá gravação de áudio durante a entrevista, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para esta fase:

( ) Autorizo a gravação de áudio da fala do(a) \_\_\_\_\_ na 3ª fase desta pesquisa.

Caso haja um segundo responsável, pedimos também sua autorização.

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que autorizo a participação do(a) \_\_\_\_\_ como participante na pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do(a) responsável pelo(a) estudante: \_\_\_\_\_

Se você autorizar a participação do(a) \_\_\_\_\_ na 1ª fase, em que haverá gravação de imagem pelas câmeras filmadoras, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para esta fase:

( ) Autorizo a gravação de imagem do(a) \_\_\_\_\_ na 1ª fase, para serem analisadas na 2ª fase desta pesquisa.

Se você autorizar a participação do(a) \_\_\_\_\_ na 3ª fase, em que haverá gravação de áudio durante a entrevista, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para esta fase:

( ) Autorizo a gravação de áudio da fala do(a) \_\_\_\_\_ na 3ª fase desta pesquisa.

Assinatura da pesquisadora: \_\_\_\_\_

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

---

**A pesquisadora destaca que, se você(s) quiser(em) receber os resultados desta pesquisa, indique(m) seu(s) e-mail ou, se preferir(em), endereço postal, no espaço a seguir:**

**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)  
PARA ESTUDANTES MAIORES DE 18 ANOS**

Projeto CAAE: \_\_\_\_\_, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Prezado(a) \_\_\_\_\_, você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO EM QUÍMICA”.

A pesquisadora responsável pela investigação é a mestranda Kellyne Andressa Aquino de Souza, RG: MG-12.813.936, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se ao estudo dos processos de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes do Curso Técnico em Química do CEFET-MG. Por meio desta pesquisa, pretendemos contribuir para o campo da Educação em Ciências, no contexto da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, investigando o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais por parte de estudantes do Curso Técnico em Química da Educação Profissional Técnica de Nível Médio durante a fase inicial da formação profissional de estudantes desse segmento de ensino. Para que você possa participar deste projeto, é necessário que obedeça aos seguintes critérios de inclusão: 1) ser estudante da Educação Profissional Técnica de Nível Médio; 2) ser estudante do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química do CEFET-MG; 3) estar cursando a disciplina de Laboratório de Físico-Química. Ainda, não poderá participar da pesquisa o(a) estudante que apresentar o seguinte critério de exclusão: 1) ser aluno(a) repetente da disciplina do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química. A pesquisa conta com as seguintes fases:

(1ª) Coleta de dados em vídeo, ou seja, apenas registro visual sem captação de som. Será feita a ambientação de uma aula com as câmeras filmadoras durante a realização das aulas práticas no laboratório de físico-química, para que os estudantes selecionados se acostumem com a presença das câmeras. Em seguida, no decorrer de quatro semanas, no segundo semestre letivo de 2020, as aulas neste laboratório serão filmadas sem captação de som, para a análise da pesquisa. Porém, as filmagens só ocorrerão após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética, da autorização pelo estudante maior de 18 anos, da

autorização dos responsáveis pelo estudante menor de 18 anos, pela autorização do estudante menor de 18 anos e do professor regente da turma.

(2ª) Análise dos registros visuais levantados na 1ª fase, garantindo o anonimato e a segurança dos estudantes filmados. Ressaltamos que a análise desse material não implicará sobre a avaliação do desempenho acadêmico dos alunos e nem terá qualquer efeito sobre suas relações pessoais com o professor e seus colegas de classe.

(3ª) Realização de preenchimento de formulário e posterior entrevista com alguns estudantes, registrada em áudio, para ser transcrita para análise a fim de promover uma autoavaliação do seu desempenho durante a execução das atividades experimentais filmadas. Ressaltamos que o(a) participante será informado(a) de que o uso das respostas dadas às questões no formulário e no roteiro durante a entrevista serão confidenciais, e somente os pesquisadores responsáveis terão acesso integral para a análise proposta na pesquisa. Portanto, nenhum dado pessoal será divulgado na publicação da dissertação a ser produzida após a investigação. Eventualmente, o(a) \_\_\_\_\_ poderá ser contactado(a) para o preenchimento de formulário e uma entrevista a ser realizada até o final do 2º semestre letivo de 2020. O(a) \_\_\_\_\_ não será obrigado(a) a participar das filmagens pelas câmeras durante as aulas práticas de Química, do preenchimento de formulário, bem como das entrevistas, tendo a liberdade de recusar ou desistir de participar a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo ou consequência na rotina escolar, avaliação ou desempenho do(da) \_\_\_\_\_. O local e o horário para preenchimento do formulário e para a entrevista serão combinados, respeitando a disponibilidade e preferência sua e do estudante, em uma sala de aula comum do Campus I do CEFET-MG que ofereça condições de conforto (pouco ruído ou barulho, isento de odores, com iluminação e mobiliário adequados) e de privacidade ao(à) estudante. Consideramos importante dizer que o(a) estudante não terá nenhum custo ao participar da pesquisa.

A participação do(a) estudante, após a aprovação do CEP e após seu consentimento, ou assentimento e consentimento livre e esclarecido do responsável legal, ocorrerá, de forma direta, na 1ª e na 3ª fases, que envolverão filmagens sem captação de som na 1ª fase, e eventual preenchimento de formulário e solicitação de entrevista registrada em áudio na 3ª fase, e de forma indireta na 2ª fase, nas análises dos registros visuais captados na 1ª fase.

Esclarecemos que a coleta de dados na **1ª fase** será realizada por meio de filmagens – **registros visuais sem captação de som** – em quatro semanas durante o segundo semestre letivo do ano

de 2020. A coleta de dados na 2ª fase será realizada por meio da consulta direta dos registros visuais dos estudantes filmados na 1ª fase. A coleta de dados **na 3ª fase** será via preenchimento de formulário e **gravação de áudio da entrevista** que, posteriormente, será transcrita para análise. Ressaltamos que a identificação dos estudantes participantes da pesquisa será omitida. Entendemos que os riscos decorrentes da participação do (da) \_\_\_\_\_ nessa pesquisa são mínimos, restringindo-se a: (1ª fase) desconforto diante as câmeras ao realizar a atividade prática no laboratório, assim como a possibilidade de, eventualmente, tropeçar em algum tripé – aparelho de três pés sobre o qual estarão apoiadas as câmeras – ou esbarrar em alguma câmera próxima a sua bancada; (3ª fase) possível cansaço ao longo do preenchimento do formulário e da entrevista, inibição, angústia ou constrangimento ao participar do preenchimento do formulário e da entrevista, decorrente do uso de equipamentos de registro ou do desconforto em responder a alguma pergunta. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 1ª e 3ª fases, a pesquisadora se compromete a proceder uma escuta atenta às reações e emoções manifestadas pelo(a) estudante durante as filmagens, preenchimento do formulário e entrevista, de forma a interromper qualquer uma das atividades em caso de qualquer sinal de angústia ou constrangimento. Além disso, como já foi mencionado, o(a) estudante poderá solicitar à pesquisadora, durante as filmagens, para não ser filmado. Caso isso aconteça, a pesquisadora solicitará ao professor da turma a possível mudança do aluno na bancada, de forma que as câmeras não capturem o(a) estudante. Se não for possível, a pesquisadora mudará a posição das câmeras. O(a) estudante também poderá solicitar ao entrevistador a interrupção do preenchimento do formulário e da entrevista e, caso sinta necessidade, deixar o local sem prestar esclarecimentos e sem qualquer prejuízo ou consequência para sua rotina escolar. A fim de preservar a identidade do(a) estudante, bem como seu anonimato, os arquivos dos registros visuais (1ª fase) e em áudio (3ª fase) ficarão guardados em um computador portátil de acesso exclusivo da pesquisadora. As filmagens armazenadas nos cartões de memória das máquinas utilizadas (posse da pesquisadora), serão transferidas dos cartões imediatamente após as filmagens para seu computador portátil, garantindo que as imagens não sejam armazenadas nos cartões e acessadas por terceiros. Cada arquivo será identificado com um código alfanumérico de conhecimento exclusivo dos pesquisadores responsáveis. Os cartões de memória utilizados para a produção dos registros de áudio das entrevistas também serão guardados em armário com chave, de acesso exclusivo dos pesquisadores responsáveis (a mestrandia e o orientador), no gabinete do professor orientador, localizado no prédio 07 do Campus II do CEFET-MG, assim como as pastas de arquivo com os formulários preenchidos. Especificamente, como ação mitigadora da 1ª fase, a pesquisadora

se compromete a posicionar as câmeras em locais de baixa circulação, sem captação de áudio, e a delimitar o espaço em que estarão os tripés apoiando as câmeras com fita de demarcação de segurança. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 2ª fase, somente a pesquisadora e o orientador terão acesso aos registros em vídeo, que serão armazenados no computador portátil com senha, de acesso exclusivo da pesquisadora.

Por outro lado, entendemos que o(a) \_\_\_\_\_ poderá ser indiretamente beneficiado(a) por meio da possibilidade de refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem em Química, uma vez que a aprendizagem em Química é um processo inseparável do desenvolvimento de habilidades laboratoriais – o objeto de estudo desta pesquisa. Semelhantemente, de forma direta à sociedade e indireta aos estudantes, a pesquisa possibilitará a reflexão sobre os aspectos da prática laboratorial durante a formação acadêmica e profissional desses estudantes.

Como participante de uma pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, o(a) \_\_\_\_\_ é portador(a) de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Assim, será garantido a você(s) e ao(à) \_\_\_\_\_:

- a observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- a plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- a plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados colhidos de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- o acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- o acesso aos resultados da pesquisa;
- o ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;

- a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- o acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você e por um pesquisador da equipe de pesquisa, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento à pesquisadora responsável.

Qualquer dúvida ou necessidade – nesse momento, no decorrer da participação do (da) \_\_\_\_\_ ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa – pode ser dirigida à pesquisadora, por e-mail: [kellyne.andressa@hotmail.com](mailto:kellyne.andressa@hotmail.com), telefone (31) 9 8859-6112, pessoalmente ou via postal para Rua Rio Verde, 386, Bairro Riacho das Pedras, (32.280-090). Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <http://www.cep.cefetmg.br> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, nº 5855 - Campus VI; E-mail: [cep@cefetmg.br](mailto:cep@cefetmg.br); Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se você autorizar a sua participação na pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pela pesquisadora.

---

### **DECLARAÇÃO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS ESTUDANTES MAIORES DE 18 ANOS**

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito participar da pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do(a) estudante participante da pesquisa: \_\_\_\_\_

Se você concordar em participar da 1ª fase, em que haverá gravação de imagem pelas câmeras filmadoras, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para participar desta fase:

( ) Autorizo a gravação de minha imagem na 1ª fase, para ser analisada na 2ª fase desta pesquisa.

Se você concordar em participar da 3ª fase, em que haverá gravação de áudio durante a entrevista, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para participar desta fase:

( ) Autorizo a gravação de áudio de minha fala na 3ª fase desta pesquisa.

Assinatura da pesquisadora: \_\_\_\_\_

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

---

**A pesquisadora destaca que, se você quiser receber os resultados desta pesquisa, indique seu *e-mail* ou, se preferir, endereço postal, no espaço a seguir:**

## **APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) PARA OS ESTUDANTES**

Projeto CAAE: \_\_\_\_\_, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Convidamos você, após autorização do(s) seu(s) responsável(is), para participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada “AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO EM QUÍMICA”.

Este documento se chama Termo de Assentimento e pode conter algumas palavras que você não entenda. Se tiver alguma dúvida, pode perguntar à pesquisadora, para compreender tudo o que vai acontecer. O termo será lido oralmente para os participantes, com os esclarecimentos sendo dados presencialmente. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar. Após ler as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema se desistir, é um direito seu. Para participar deste estudo, o(s) responsável(is) por você deverá(ão) autorizar, como também assinar, um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

A pesquisadora responsável pela investigação é a mestrande Kellyne Andressa Aquino de Souza, RG: MG-12.813.936, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se ao estudo dos processos de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes do Curso Técnico em Química do CEFET-MG. Por meio desta pesquisa, pretendemos contribuir para o campo da Educação em Ciências, no contexto da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, investigando o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais por parte de estudantes do Curso Técnico em Química da Educação Profissional Técnica de Nível Médio durante a fase inicial da formação profissional de estudantes desse segmento de ensino. Para que você possa participar deste projeto, é necessário que obedeça aos seguintes critérios de inclusão: 1) ser estudante da Educação Profissional Técnica de Nível Médio; 2) ser estudante do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química do CEFET-MG; 3) estar cursando a

disciplina de Laboratório de Físico-Química. Ainda, não poderá participar da pesquisa o(a) estudante que apresentar o seguinte critério de exclusão: 1) ser aluno(a) repetente da disciplina do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química. A pesquisa conta com as seguintes fases:

(1ª) Coleta de dados em vídeo, ou seja, apenas registro visual sem captação de som. Será feita a ambientação de uma aula com as câmeras filmadoras durante a realização das aulas práticas no laboratório de físico-química, para que os estudantes selecionados se acostumem com a presença das câmeras. Em seguida, no decorrer de quatro semanas, no segundo semestre letivo de 2020, as aulas neste laboratório serão filmadas sem captação de som, para a análise da pesquisa. Porém, as filmagens só ocorrerão após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética, da autorização pelo estudante maior de 18 anos, da autorização dos responsáveis pelo estudante menor de 18 anos, pela autorização do estudante menor de 18 anos e do professor regente da turma.

(2ª) Análise dos registros visuais levantados na 1ª fase, garantindo o anonimato e a segurança dos estudantes filmados. Ressaltamos que a análise desse material não implicará sobre a avaliação do desempenho acadêmico dos alunos e nem terá qualquer efeito sobre suas relações pessoais com o professor e seus colegas de classe.

(3ª) Realização de preenchimento de formulário e posterior entrevista com alguns estudantes, registrada em áudio, para ser transcrita para análise a fim de promover uma autoavaliação do seu desempenho durante a execução das atividades experimentais filmadas. Ressaltamos que o(a) participante será informado(a) de que o uso das respostas dadas às questões no formulário e no roteiro durante a entrevista serão confidenciais, e somente os pesquisadores responsáveis terão acesso integral para a análise proposta na pesquisa. Portanto, nenhum dado pessoal será divulgado na publicação da dissertação a ser produzida após a investigação. Eventualmente, o(a) \_\_\_\_\_ poderá ser contactado(a) para o preenchimento de formulário e uma entrevista a ser realizada até o final do 2º semestre letivo de 2020. O(a) \_\_\_\_\_ não será obrigado(a) a participar das filmagens pelas câmeras durante as aulas práticas de Química, do preenchimento de formulário, bem como das entrevistas, tendo a liberdade de recusar ou desistir de participar a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo ou consequência na rotina escolar, avaliação ou desempenho do(da) \_\_\_\_\_. O local e o horário para preenchimento do formulário e para a entrevista serão combinados, respeitando a disponibilidade e preferência sua e do estudante, em uma sala de aula comum do Campus I do CEFET-MG que ofereça condições

de conforto (pouco ruído ou barulho, isento de odores, com iluminação e mobiliário adequados) e de privacidade ao(à) estudante. Consideramos importante dizer que o(a) estudante não terá nenhum custo ao participar da pesquisa.

A participação do(a) estudante, após a aprovação do CEP e após seu consentimento, ou assentimento e consentimento livre e esclarecido do responsável legal, ocorrerá, de forma direta, na 1ª e na 3ª fases, que envolverão filmagens sem captação de som na 1ª fase, e eventual preenchimento de formulário e solicitação de entrevista registrada em áudio na 3ª fase, e de forma indireta na 2ª fase, nas análises dos registros visuais captados na 1ª fase.

Esclarecemos que a coleta de dados na **1ª fase** será realizada por meio de filmagens – **registros visuais sem captação de som** – em quatro semanas durante o segundo semestre letivo do ano de 2020. A coleta de dados na 2ª fase será realizada por meio da consulta direta dos registros visuais dos estudantes filmados na 1ª fase. A coleta de dados **na 3ª fase** será via preenchimento de formulário e **gravação de áudio da entrevista** que, posteriormente, será transcrita para análise. Ressaltamos que a identificação dos estudantes participantes da pesquisa será omitida.

Entendemos que os riscos decorrentes da participação do (da) \_\_\_\_\_ nessa pesquisa são mínimos, restringindo-se a: (1ª fase) desconforto diante as câmeras ao realizar a atividade prática no laboratório, assim como a possibilidade de, eventualmente, tropeçar em algum tripé – aparelho de três pés sobre o qual estarão apoiadas as câmeras – ou esbarrar em alguma câmera próxima a sua bancada; (3ª fase) possível cansaço ao longo do preenchimento do formulário e da entrevista, inibição, angústia ou constrangimento ao participar do preenchimento do formulário e da entrevista, decorrente do uso de equipamentos de registro ou do desconforto em responder a alguma pergunta. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 1ª e 3ª fases, a pesquisadora se compromete a proceder uma escuta atenta às reações e emoções manifestadas pelo(a) estudante durante as filmagens, preenchimento do formulário e entrevista, de forma a interromper qualquer uma das atividades em caso de qualquer sinal de angústia ou constrangimento. Além disso, como já foi mencionado, o(a) estudante poderá solicitar à pesquisadora, durante as filmagens, para não ser filmado. Caso isso aconteça, a pesquisadora solicitará ao professor da turma a possível mudança do aluno na bancada, de forma que as câmeras não capturem o(a) estudante. Se não for possível, a pesquisadora mudará a posição das câmeras. O(a) estudante também poderá solicitar ao entrevistador a interrupção do preenchimento do formulário e da entrevista e, caso sinta necessidade, deixar o local sem prestar esclarecimentos e sem qualquer prejuízo ou consequência para sua rotina escolar. A fim de preservar a identidade do(a) estudante, bem

como seu anonimato, os arquivos dos registros visuais (1ª fase) e em áudio (3ª fase) ficarão guardados em um computador portátil de acesso exclusivo da pesquisadora. As filmagens armazenadas nos cartões de memória das máquinas utilizadas (posse da pesquisadora), serão transferidas dos cartões imediatamente após as filmagens para seu computador portátil, garantindo que as imagens não sejam armazenadas nos cartões e acessadas por terceiros. Cada arquivo será identificado com um código alfanumérico de conhecimento exclusivo dos pesquisadores responsáveis. Os cartões de memória utilizados para a produção dos registros de áudio das entrevistas também serão guardados em armário com chave, de acesso exclusivo dos pesquisadores responsáveis (a mestrande e o orientador), no gabinete do professor orientador, localizado no prédio 07 do Campus II do CEFET-MG, assim como as pastas de arquivo com os formulários preenchidos. Especificamente, como ação mitigadora da 1ª fase, a pesquisadora se compromete a posicionar as câmeras em locais de baixa circulação, sem captação de áudio, e a delimitar o espaço em que estarão os tripés apoiando as câmeras com fita de demarcação de segurança. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 2ª fase, somente a pesquisadora e o orientador terão acesso aos registros em vídeo, que serão armazenados no computador portátil com senha, de acesso exclusivo da pesquisadora.

Por outro lado, entendemos que o(a) \_\_\_\_\_ poderá ser indiretamente beneficiado(a) por meio da possibilidade de refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem em Química, uma vez que a aprendizagem em Química é um processo inseparável do desenvolvimento de habilidades laboratoriais – o objeto de estudo desta pesquisa. Semelhantemente, de forma direta à sociedade e indireta aos estudantes, a pesquisa possibilitará a reflexão sobre os aspectos da prática laboratorial durante a formação acadêmica e profissional desses estudantes.

Como participante de uma pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, o(a) \_\_\_\_\_ é portador(a) de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Assim, será garantido a você(s) e ao(à) \_\_\_\_\_:

- a observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- a plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- a plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados colhidos de sua

participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;

- o acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- o acesso aos resultados da pesquisa;
- o ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- o acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você e por um pesquisador da equipe de pesquisa, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento à pesquisadora responsável.

Qualquer dúvida ou necessidade – nesse momento, no decorrer da participação do (da) \_\_\_\_\_ ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa – pode ser dirigida à pesquisadora, por e-mail: [kellyne.andressa@hotmail.com](mailto:kellyne.andressa@hotmail.com), telefone (31) 9 8859-6112, pessoalmente ou via postal para Rua Rio Verde, 386, Bairro Riacho das Pedras, (32.280-090). Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <http://www.cep.cefetmg.br> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, nº 5855 - Campus VI; E-mail: [cep@cefetmg.br](mailto:cep@cefetmg.br); Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se você concordar em participar da pesquisa, solicitamos que preencha as lacunas e assine a declaração de assentimento a seguir.

---

**ASSENTIMENTO DO(A) MENOR DE 18 ANOS EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)**

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado “AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO EM QUÍMICA”, como voluntário(a). Fui informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora sobre a investigação e como será a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precisemos pagar nada.

Se você concordar em participar da 1ª fase, em que haverá gravação de imagem pelas câmeras filmadoras, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para participar desta fase:

( ) Autorizo a gravação de minha imagem na 1ª fase, para ser analisada na 2ª fase desta pesquisa.

Se você concordar em participar da 3ª fase, em que haverá gravação de áudio durante a entrevista, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para participar desta fase:

( ) Autorizo a gravação de áudio de minha fala na 3ª fase desta pesquisa.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) estudante

\_\_\_\_\_  
Assinatura da Pesquisadora responsável

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do(a) estudante em participar.

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores)

1ª testemunha:	2ª testemunha:
Assinatura:	Assinatura:

**A pesquisadora destaca que se, você quiser receber os resultados desta pesquisa, indique seu *e-mail* ou, se preferir, endereço postal, no espaço a seguir:**

## **APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA O PROFESSOR DOS ESTUDANTES**

Projeto CAAE: \_\_\_\_\_, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Prezado(a) \_\_\_\_\_, solicito a sua contribuição no sentido de autorizar a realização de gravações em vídeo durante as aulas na sua disciplina “Laboratório de Físico-Química” como parte da minha pesquisa intitulada “AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES TÉCNICAS LABORATORIAIS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO EM QUÍMICA”.

A pesquisadora responsável pela investigação é a mestranda Kellyne Andressa Aquino de Souza, RG: MG-12.813.936, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se ao estudo dos processos de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes do Curso Técnico em Química do CEFET-MG. Por meio desta pesquisa, pretendemos contribuir para o campo da Educação em Ciências, no contexto da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, investigando o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais por parte de estudantes do Curso Técnico em Química da Educação Profissional Técnica de Nível Médio durante a fase inicial da formação profissional de estudantes desse segmento de ensino. Para que você possa autorizar a realização de gravações em vídeo durante as aulas na sua disciplina, é necessário que obedeça ao seguinte critério de inclusão: 1) ser professor do CEFET-MG, Campus I, na turma do Laboratório de Físico-Química. E não poderá autorizar a realização de gravações em vídeo para a pesquisa o professor que apresentar o seguinte critério de exclusão: 1) não ser professor do CEFET-MG, Campus I, na turma do Laboratório de Físico-Química. Para que o(a) estudante possa participar deste projeto, é necessário que obedeça aos seguintes critérios de inclusão: 1) ser estudante da Educação Profissional Técnica de Nível Médio; 2) ser estudante do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química do CEFET-MG; 3) estar cursando a disciplina de Laboratório de Físico-química. Ainda, não poderá participar da pesquisa o(a) estudante que apresentar o seguinte critério de exclusão: 1) ser aluno(a) repetente da disciplina do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química. A pesquisa conta com as seguintes fases:

(1ª) coleta de dados em vídeo, ou seja, apenas registro visual sem captação de som. Será feita a ambientação de uma aula com as câmeras filmadoras durante a realização das aulas práticas no laboratório de físico-química, para que os estudantes selecionados se acostumem com a presença das câmeras. Em seguida, no decorrer de quatro semanas, no segundo semestre letivo de 2020, as aulas neste laboratório serão filmadas sem captação de som, para a análise da pesquisa. Porém, as filmagens só ocorrerão após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética, da autorização pelo(a) estudante maior de 18 anos, da autorização do(s) responsável(is) pelo(a) estudante menor de 18 anos, pela autorização do(a) estudante menor de 18 anos e do professor regente da turma.

(2ª) análise dos registros visuais levantados na 1ª fase, garantindo o anonimato e a segurança dos estudantes filmados. Ressaltamos que a análise desse material não implicará sobre a avaliação do desempenho acadêmico dos alunos e nem terá qualquer efeito sobre suas relações pessoais com o professor e seus colegas de classe.

(3ª) realização de preenchimento de formulário e posterior entrevista com alguns estudantes registrada em áudio, para ser transcrita para análise, a fim de promover uma autoavaliação do seu desempenho durante a execução das atividades experimentais filmadas. Ressaltamos que o(a) participante será informado(a) de que o uso das respostas dadas às questões no formulário e no roteiro durante a entrevista serão confidenciais, e somente os pesquisadores responsáveis terão acesso integral para a análise proposta na pesquisa. Portanto, nenhum dado pessoal será divulgado na publicação da dissertação a ser produzida após a investigação. Eventualmente, algum(a) aluno(a) poderá ser contactado para o preenchimento de formulário e uma entrevista a ser realizada até o final do 2º semestre letivo de 2020. O(a) aluno(a) não será obrigado(a) a participar das filmagens pelas câmeras durante as aulas práticas de química, do preenchimento de formulário, bem como das entrevistas, tendo a liberdade de recusar ou desistir de participar a qualquer momento sem que isso acarrete qualquer prejuízo ou consequência na rotina escolar, avaliação ou desempenho. O local e o horário do preenchimento do formulário e da entrevista serão combinados respeitando a disponibilidade e preferência do(a) estudante e de seu(s) responsável(is), em uma sala de aula comum do Campus I do CEFET-MG que ofereça condições de conforto (pouco ruído ou barulho, isenta de odores, com iluminação e mobiliário adequados) e de privacidade ao(à) estudante. Consideramos importante dizer que você não terá nenhum custo ao participar da pesquisa.

A participação do(a) estudante, após a aprovação do CEP e após seu consentimento, ou assentimento e consentimento livre e esclarecido do responsável legal, ocorrerá, de forma direta, na 1ª e na 3ª fases, que envolverão filmagens sem captação de som na 1ª fase, e eventual preenchimento de formulário e solicitação de entrevista registrada em áudio na 3ª fase, e de forma indireta na 2ª fase nas análises dos registros visuais captados na 1ª fase.

Esclarecemos que a coleta de dados na **1ª fase** será realizada por meio de filmagens – **registros visuais sem captação de som** – em quatro semanas durante o segundo semestre letivo do ano de 2020. A coleta de dados na 2ª fase será realizada por meio da consulta direta dos registros visuais dos estudantes filmados na 1ª fase. A coleta de dados na **3ª fase** será via preenchimento de formulário e **gravação de áudio da entrevista** que, posteriormente, será transcrita para análise. Ressaltamos que a identificação dos estudantes participantes da pesquisa será omitida. Entendemos que os riscos decorrentes da participação dos estudantes nessa pesquisa são mínimos, restringindo-se a: (1ª fase) desconforto diante as câmeras ao realizar a atividade prática no laboratório, assim como a possibilidade de tropeçar em algum tripé – aparelho de três pés sobre o qual estarão apoiadas as câmeras – ou de esbarrar em alguma câmera próxima a sua bancada; (3ª fase) possível cansaço ao longo do preenchimento do formulário e da entrevista, inibição, angústia ou constrangimento ao participar do preenchimento do formulário e da entrevista, decorrente do uso de equipamentos de registro ou do desconforto em responder a alguma pergunta. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 1ª e 3ª fases, a pesquisadora se compromete a proceder uma escuta atenta às reações e emoções manifestadas pelo(a) estudante durante as filmagens, preenchimento do formulário e entrevista, de forma a interromper qualquer uma das atividades em caso de qualquer sinal de angústia ou constrangimento. Além disso, como já foi mencionado, o(a) estudante poderá solicitar à pesquisadora, durante as filmagens, para não ser filmado(a). Caso isso aconteça, a pesquisadora solicitará ao professor da turma a possível mudança do aluno na bancada de forma que as câmeras não capturem o(a) estudante. Se não for possível, a pesquisadora mudará a posição das câmeras. O(a) estudante também poderá solicitar ao entrevistador a interrupção do preenchimento do formulário e da entrevista e, caso sinta necessidade, poderá deixar o local sem prestar esclarecimentos e sem qualquer prejuízo ou consequência para sua rotina escolar. A fim de preservar a identidade do(a) estudante, bem como seu anonimato, os arquivos dos registros visuais (1ª fase) e em áudio (3ª fase) ficarão guardados em um computador portátil de acesso exclusivo da pesquisadora. As filmagens capturadas e armazenadas nos cartões de memória das máquinas utilizadas (posse da pesquisadora), serão transferidas dos cartões de memória imediatamente após as filmagens para seu computador portátil, garantindo que as

imagens não sejam armazenadas nos cartões e acessadas por terceiros. Cada arquivo será identificado com um código alfanumérico de conhecimento exclusivo dos pesquisadores responsáveis. Os cartões de memória utilizados para a produção dos registros de áudio das entrevistas também serão guardados em armário com chave, de acesso exclusivo dos pesquisadores responsáveis (a mestrande e o orientador), no gabinete do professor orientador, localizado no prédio 07 do Campus II do CEFET-MG, assim como as pastas de arquivo com os formulários preenchidos. Especificamente, como ação mitigadora da 1ª fase, a pesquisadora se compromete a posicionar as câmeras em locais de baixa circulação, sem captação de áudio, e delimitando o espaço em que estarão os tripés apoiando as câmeras com fita de demarcação de segurança. Como ação mitigadora dos riscos apontados para a 2ª fase, somente a pesquisadora e o orientador terão acesso aos registros em vídeo, que serão armazenados no computador portátil com senha, de acesso exclusivo da pesquisadora.

Por outro lado, entendemos que o(a) estudante poderá ser indiretamente beneficiado(a) por meio da possibilidade de refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem em Química, uma vez que a aprendizagem em Química é um processo inseparável do desenvolvimento de habilidades laboratoriais – o objeto de estudo desta pesquisa. Semelhantemente, de forma direta à sociedade e indireta aos estudantes, a pesquisa possibilitará a reflexão sobre os aspectos da prática laboratorial durante a formação acadêmica e profissional desses estudantes.

Como participante de uma pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, o estudante é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Assim, será garantido a você, ao(à) estudante e ao(s) responsável(is):

- a observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- a plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- a plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados colhidos de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- o acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que

requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;

- o acesso aos resultados da pesquisa;
- o ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- o acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você e por um pesquisador da equipe de pesquisa, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento à pesquisadora responsável.

Qualquer dúvida ou necessidade – neste momento, no decorrer da participação da sua turma ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa – pode ser dirigida à pesquisadora, por *e-mail*: [kellyne.andressa@hotmail.com](mailto:kellyne.andressa@hotmail.com), telefone (31) 9 8859-6112, pessoalmente ou via postal para Rua Rio Verde, 386, Bairro Riacho das Pedras, (32.280-090). Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <<http://www.cep.cefetmg.br>> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, nº 5855 – Campus VI; *E-mail*: [cep@cefetmg.br](mailto:cep@cefetmg.br); Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se você autorizar a participação da sua turma na pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pela pesquisadora.

---

**DECLARAÇÃO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA O PROFESSOR DOS ESTUDANTES**

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que autorizo a participação da turma \_\_\_\_\_ no laboratório \_\_\_\_\_ número \_\_\_\_\_ na pesquisa, como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do professor responsável pela turma: \_\_\_\_\_

Assinatura da pesquisadora: \_\_\_\_\_

Se você permitir a realização da pesquisa e autorizar a participação dos estudantes na 1ª fase, com gravação de imagem pelas câmeras filmadoras, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para esta fase:

(  ) Autorizo a gravação de imagem da turma \_\_\_\_\_ no laboratório \_\_\_\_\_ número \_\_\_\_\_ na 1ª fase, para serem analisadas na 2ª fase desta pesquisa.

Se você autorizar a participação de estudantes selecionados na 3ª fase, em que haverá gravação de áudio durante a entrevista, solicitamos que você marque o espaço entre parênteses com um X, como autorização para esta fase:

(  ) Autorizo a gravação de áudio da fala de estudantes selecionados na 3ª fase desta pesquisa.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020.

---

**A pesquisadora destaca que, se você quiser receber os resultados desta pesquisa, indique seu *e-mail* ou, se preferir, endereço postal, no espaço a seguir:**

## ANEXOS

## ANEXO A – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO 005/08.

	<p align="center"><b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO</b></p>	<p align="center"><b>POP 005/08</b></p>
	<p align="center"><b>PROJETO MELHORIA DA QUALIDADE AMBIENTAL EM LABORATÓRIOS DE ENSINO DO CEFET-MG</b></p>	<p align="center"><b>PALAVRA-CHAVE: PREPARO DE SOLUÇÕES</b></p>
<p>ELABORADO EM MAIO/2008</p>	<p align="center"><b>PREPARO DE SOLUÇÕES AQUOSAS A PARTIR DE SOLUTO SÓLIDO</b></p>	<p align="center">REVISADO EM 30/03/2015</p>
<p>1 – Medir criteriosamente a massa da quantidade de soluto necessária para o preparo da solução de acordo com o POP 002/08.</p>		
<p>2 – Transferir quantitativamente o sólido para um béquer contendo um volume de água destilada aproximadamente igual à metade do volume final da solução a ser preparada, com o auxílio de um jato de água destilada de uma pisseta, lavando bem o recipiente utilizado para a medida de massa.</p>		
<p>3 – Agitar o sistema com um bastão de vidro até dissolução completa. Se necessário, adicionar água e/ou aquecer.</p>		
<p>4 – Transferir quantitativamente a solução, que deve estar à temperatura ambiente, para um balão volumétrico com auxílio de um funil de transferência e um bastão de vidro (POP 004/08), lavando as paredes do béquer.</p>		
<p>5 – Adicionar água até que o nível da solução fique um pouco abaixo da base do colo do balão.</p>		
<p>6 – Colocar a tampa com firmeza no lugar e homogeneizar a solução agitando o balão com movimentos circulares.</p>		
<p>7 – Destampar o balão e completar o volume da solução com água destilada, de modo que a parte inferior do menisco tangencie o plano que contém a linha circular gravada no balão, conhecida como traço de referência ou, alternativamente, para soluções não transparentes, a parte superior do menisco. As gotas finais de água podem ser adicionadas com o auxílio de um conta-gotas ou pipeta de Pasteur e o balão deve ser segurado pelo colo e mantido à altura dos olhos.</p>		
<p>8 – Tampar o balão e homogeneizar a solução invertendo o balão cerca de vinte vezes.</p>		
<p>9 – Transferir a solução recém preparada para um frasco armazenador apropriado, rigorosamente limpo e seco e previamente rotulado. Em situações que requeiram maior rigor fazer ambiente no frasco armazenador, recolhendo os resíduos desta operação em frascos limpos e secos, previamente rotulados visando à sua reutilização.</p>		

Fonte: Elaborado pelas professoras Jeannette de Magalhães Moreira Lopes e Lúcia Emília Letro Ribeiro do Departamento de Química do CEFET-MG.

**ANEXO B – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO 002/08.**

	<p align="center"><b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO</b></p>	<p align="center"><b>POP 002/08</b></p>
	<p align="center"><b>PROJETO MELHORIA DA QUALIDADE AMBIENTAL EM LABORATÓRIOS DE ENSINO DO CEFET-MG</b></p>	<p align="center"><b>PALAVRA-CHAVE: MEDIDAS DE MASSAS</b></p>
<p>ELABORADO EM MAIO/2008</p>	<p align="center"><b>PROCEDIMENTO GERAL DE MEDIDAS DE MASSA EM BALANÇA DIGITAL</b></p>	<p align="center">REVISADO EM 12/03/2010</p>
<p>A operação “medida de massa” requer que a balança esteja limpa, apoiada em uma base firme e livre de vibrações mecânicas. O analista deve estar assentado em frente à balança.</p>		
<p>1 - Ligar a balança.</p>		
<p>2 – Colocar um recipiente vazio no centro do prato da balança, cuidando para que a massa do mesmo não ultrapasse a capacidade da balança.</p>		
<p>3 – Tarar a balança.</p>		
<p>4 – Transferir cuidadosamente o material cuja massa será medida para o recipiente sobre o prato da balança, com auxílio de uma espátula até indicação da massa desejada no <i>display</i>. Deve-se cuidar para que o material não caia no prato da balança. Caso isso ocorra, limpar imediatamente o prato com auxílio de um pincel de cerdas macias.</p>		
<p>5 – Retirar o recipiente do prato da balança.</p>		
<p>6 – Zerar a balança.</p>		
<p>7 – Desligar a balança.</p>		

Fonte: Elaborado pelas professoras Jeannette de Magalhães Moreira Lopes e Lúcia Emília Letro Ribeiro do Departamento de Química do CEFET-MG.