

Avaliação do desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais de estudantes da educação profissional técnica de nível médio em química

Kellyne Andressa Aquino de Souza^{1*}, Alexandre da Silva Ferry², Terezinha Ribeiro Alvim²

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ²Docente do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *kellyne.andressa@hotmail.com

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 22/09/2021

Publicado em: 08/10/2021

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados iniciais de uma investigação que pretende compreender os processos de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais desenvolvidas por estudantes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM) em Química, em adequação a um modelo estatístico dicotômico desenvolvido por Georg Rasch, partindo-se do pressuposto de que esse tipo de habilidade se constitui como um traço latente no processo formativo da profissionalização dos sujeitos, sendo a sua avaliação um processo educativo complexo e desafiador para o trabalho docente. A pesquisa envolveu observação e análise de registros visuais de aulas práticas nas quais os estudantes prepararam soluções aquosas a partir de um Procedimento Operacional Padrão (POP), e o preenchimento de um *checklist* detalhado da técnica. Os dados foram coletados em três ocasiões em três subturmas, analisados e descritos qualitativamente. De modo geral, os estudantes apresentaram desempenho invariável, e não acompanharam rigorosamente as instruções do POP, especialmente na 3ª ocasião.

Palavras-chave: Ensino técnico. Habilidades laboratoriais. Avaliação.

Assessment of the development of technical laboratory skills of students of medium level technical professional education in chemistry

ABSTRACT

This scientific article presents the initial results of an investigation that intends to understand the processes of evaluation of technical laboratory skills developed by students of Middle Level Technical Professional Education (MLTPE) in Chemistry, in accordance with a dichotomous statistical model developed by Georg Rasch, starting from it is assumed that this type of skill constitutes a latent trait in the training process of the professionalization of subjects, and its evaluation is a complex and challenging educational process for the teaching work. The research involved observation and analysis of visual records of practical classes in which students prepared aqueous solutions from a Standard Operational Procedure (SOP), and the completion of a detailed checklist of the technique. Data were collected on three occasions in three subclasses, analyzed and described qualitatively. In general, the students showed invariable performance, and did not strictly follow the SOP instructions, especially on the 3rd occasion.

Keywords: Technical education. Laboratory skills. Assessment.

INTRODUÇÃO

A construção e compartilhamento de significados da Ciência, particularmente da Química, é um processo desafiador pela natureza abstrata de seus conceitos. Considerando-se 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. Entretanto, segundo Prades e Espinar (2010), os professores carecem de critérios específicos para avaliar os estudantes no laboratório, resultando, de forma subjetiva, em uma avaliação mais do desempenho desses, do que de fato, a aprendizagem de suas habilidades. Há, portanto, uma dificuldade presente, assim como no campo das ciências humanas, de mensurar atributos que não são diretamente visíveis.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa que tem como objetivo geral contribuir para a compreensão dos processos de avaliação de habilidades técnicas laboratoriais desenvolvidas por estudantes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM) em Química. 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, em decorrência da dificuldade de se medir este atributo, que não é diretamente visível.

Contudo, consideramos ser possível mensurar o desempenho das habilidades técnicas por meio de variáveis observáveis, indicadores 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). Nesse contexto, a pesquisa que orientou o presente trabalho foi desenvolvida a partir da seguinte questão: como adequar o processo de avaliação de desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais, no contexto de uma disciplina de caráter prático-profissional da EPTNM, ao modelo dicotômico estatístico desenvolvido por Georg Rasch?

Portanto, diante da problemática apresentada, juntamente com a questão proposta e seus desdobramentos, tem-se como objeto deste trabalho, a avaliação do desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais.

Apresentamos, neste trabalho, resultados parciais da investigação realizada, com a expectativa de aprofundarmos na compreensão do desenvolvimento de habilidades

técnicas laboratoriais no âmbito das atividades de disciplinas da formação profissional em Química. Acreditamos que essa pesquisa oferece elementos para subsidiar o trabalho de construção de métodos e instrumentos de avaliação adequados para o uso nesse tipo de disciplina.

Para Queiroz e Almeida (2004), a utilização dos laboratórios contribui de forma significativa na aprendizagem durante a formação de discentes e futuros profissionais. De acordo com Prades e Espinar (2010), quando se realiza uma avaliação de ensino e aprendizagem por meio de resultados, é imprescindível que a avaliação seja, no mínimo, baseada em desempenho, uma vez que o resultado influenciará diretamente no sucesso desse processo. Porém, os professores acreditam que mesmo que as atividades práticas realizadas em um laboratório de Química possam proporcionar ao estudante um progresso na aprendizagem em Ciências, estudos têm falhado em apresentar a relação positiva entre a aprendizagem do aluno e as atividades experimentais executadas (ALVIM, 2011).

Segundo Johnstone e Shuaili (2001, p. 49-50, tradução nossa), “é até possível obter resultados satisfatórios sem fazer o experimento, desde que haja bons amigos!”. Em outras palavras, os autores expõem um problema ao avaliar a aprendizagem do estudante, uma vez que, quase sempre, são avaliados por meio da elaboração de relatórios, decorrente da ausência de critérios objetivos.

Compreendida a importância de avaliar, criteriosamente e individualmente, a aprendizagem não só por relatórios, mas por meio do desempenho das atividades executadas no espaço laboratorial, utiliza-se modelos matemáticos apropriados para auxiliar a avaliação do desempenho nas atividades práticas experimentais.

Para Alvim (2011, p. 21), “o uso do termo habilidade geralmente diz respeito a um nível de desempenho, quanto à precisão e rapidez, na execução de tarefas específicas”. Assim, os modelos matemáticos contribuem no sentido de atribuir um caráter de medida, para que os traços latentes como as habilidades, possam ser medidas. O 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. De acordo com Linacre (1994), mesmo havendo um conjunto considerável de observações empíricas, nenhum conjunto é perfeitamente preciso, mas, pode-se calcular e determinar o grau de adequação dos dados ao modelo.

Conforme Amantes et al., (2015), Georg Rasch determinou o termo de “objetividade específica” em seu modelo, pois considera como característica fundamental de uma medida quando as propriedades dos objetos independem das características dos instrumentos, e as características dos instrumentos independem das propriedades dos objetos. Wu e Adams (2007, p. 29, tradução nossa) corrobora essa concepção com a seguinte definição: “o princípio da objetividade específica é que as comparações entre dois objetos devem estar livres das condições sob as quais as comparações são feitas”, ou seja, as estimativas das habilidades das pessoas são realizadas pelo seu escore bruto, independentemente de quais itens responderam corretamente. Mas, se o conjunto de itens for diferente entre as pessoas, os escores brutos já não serão estatísticas suficientes para estimar as habilidades.

O modelo dicotômico de Rasch comporta-se 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 que irá traçar “a probabilidade de resposta de um aluno a um item, em função do nível da habilidade do aluno” (WU; ADAMS, 2007, p. 28). Além disso, esse modelo não se ajusta aos dados inseridos, ele apenas constrói uma escala intervalar, caso os dados se ajustarem a ele.

METODOLOGIA

A pesquisa proposta é de natureza quali-quantitativa. Segundo Oliveira (2007), as técnicas de análise quantitativa e as técnicas de análise qualitativa, quando conjugadas, proporcionam à pesquisa “maior nível de credibilidade e validade aos resultados”. Dessa forma, esta pesquisa contou com dados quantitativos obtidos pelo modelo estatístico de Rasch e com métodos de abordagem qualitativa, como a observação, entrevista e aplicação de formulários.

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do curso técnico em Química de uma escola técnica profissionalizante da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais. A fim de analisar o desenvolvimento de alguma habilidade laboratorial a ser aprendida pelos estudantes, decidimos por fazer registros em vídeos com câmeras de alguma sequência didática desenvolvida em “disciplinas técnicas” do curso na qual eles tivessem a oportunidade de proceder, mais de uma vez, alguma técnica química (procedimentos de separação de misturas, medição de volumes, preparo de soluções, titulação, entre outros).

Optamos por fazer os registros em vídeos de uma sequência planejada pelo professor da disciplina “Introdução à Química Experimental” (Componente da Matriz Curricular do Curso Técnico Integrado em Química do CEFET-MG, presente no Projeto Pedagógico aprovado em julho de 2016), que é um dos autores deste trabalho. Além da facilidade de acesso à turma e interesse do professor com o desenvolvimento desta pesquisa, no planejamento da referida disciplina havia a previsão de um período de três semanas dedicado ao desenvolvimento da técnica de preparo de soluções.

De acordo com o planejamento do professor para a disciplina, os estudantes deveriam aprender a preparar soluções a partir de solutos sólidos comuns (por exemplo: cloreto de sódio, sulfato cúprico), a partir da diluição de ácidos concentrados e a partir da dissolução de bases fortes (por exemplo: hidróxido de sódio).

O desenvolvimento da pesquisa envolveu três fases: (1^a) registros em vídeos de aulas práticas de preparo de soluções no laboratório de físico-química da escola, e preenchimento de um *checklist* próprio, para cada estudante, elaborado a partir de um documento de laboratório das disciplinas técnicas-profissionalizantes do referido curso – o Procedimento Operacional Padrão para preparo de soluções; (2^a) análise dos registros em vídeo utilizando o modelo estatístico de Rasch; e (3^a) preenchimento de formulário e posterior entrevista com alguns estudantes. Neste trabalho foram apresentados apenas os dados obtidos na primeira fase da investigação. Os parágrafos seguintes apresentam os procedimentos adotados na investigação das três fases.

Para registrar as aulas práticas nas quais os estudantes teriam que executar alguma técnica química, foi realizado, preliminarmente, a ambientação no laboratório com câmeras filmadoras, a fim de que os estudantes se familiarizassem com as mesmas. Foram utilizadas quatro câmeras em tripés fixos, e uma câmera volante para o registro de pesagens na balança analítica, no laboratório de físico-química da escola. A Figura 1 apresenta o *layout* simplificado do laboratório, com as posições das câmeras em relação às posições das duplas de estudantes nas bancadas.

Figura 1 - *Layout* simplificado do laboratório de físico-química (sala 412) da instituição de ensino, com o posicionamento das câmeras de vídeo e as posições das duplas de estudantes.



Fonte: dados da pesquisa

As aulas da disciplina “Introdução à Química Experimental” ocorriam semanalmente em dois horários consecutivos de 50 minutos/cada, com a turma da 1ª série organizada em três subturmas em uma média de 12 estudantes/subturma. Durante cada aula prática observada, todos os estudantes de cada subturma tiveram a oportunidade de proceder, integralmente, o preparo de uma solução aquosa seguindo as etapas de um procedimento operacional padrão. Para tanto, os estudantes foram organizados em duplas, de modo que cada um pudesse fazer a preparação de uma solução aquosa completa e individualmente, enquanto o segundo integrante da dupla apenas observava a execução do parceiro, sem intervenções.

Paralelamente ao período da ambientação e da produção dos registros em vídeo das aulas práticas, de posse do procedimento operacional padrão da técnica de preparo de soluções e a partir dos primeiros registros realizados, elaboramos um instrumento de avaliação de habilidades técnicas do tipo *checklist*, contendo 25 itens, e preenchido durante a análise das filmagens de cada aluno observado. Os tópicos do *checklist* foram criados 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.

Para cada ocasião em que o aluno executou a técnica, *scores* foram atribuídos por meio do formulário *checklist*: para cada item foi registrado como 0 (zero) os procedimentos realizados incorretamente, ou não realizados; ou como 1 (um) 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 aluno a um item em função da habilidade desse estudante.

Os dados de preenchimento do *checklist* foram transformados em uma lista de códigos alfanuméricos atribuídos para cada estudante, de forma a garantir-lhes o anonimato, assim, somente a pesquisadora que criou o código consegue identificar o estudante analisado. O código alfanumérico foi constituído pela letra T seguida pelo número 1, 2 ou 3 para indicar, primeiramente, a subturma do estudante, acompanhados por outro número entre 1 e 36, aproximadamente, para cada estudante da turma, e que, no prosseguimento deste trabalho, serão inseridos em um *software* o escore bruto para cada estudante, a partir da soma dos resultados de todos os itens. Também, estes resultados serão organizados em forma de matriz e serão analisados pelo *software* por meio da adequação de dados dicotômicos ao modelo Rasch. Os dados analisados passarão por tratamento para verificar seu ajuste ao modelo, a fim de gerar uma escala intervalar de medida para o desenvolvimento das habilidades técnicas laboratoriais descritas no *checklist*. Após o teste passar pelo ajuste, alguns estudantes serão selecionados para o preenchimento de um formulário de autoavaliação com perguntas estruturadas semelhante aos itens do *checklist*, por meio da observação dos vídeos.

Em seguida, os dados gerados pelo preenchimento dos formulários de autoavaliação serão confrontados com os dados da análise qualitativa de desempenho dos estudantes durante as atividades experimentais observadas e registradas. A partir desse confronto, será realizada uma seleção de estudantes para uma entrevista sobre o desempenho e o desenvolvimento das habilidades técnicas laboratoriais. Esta seleção dar-se-á pelos resultados obtidos pelo modelo estatístico de Rasch, entre os estudantes que apresentarem alto desempenho das habilidades técnicas e de estudantes que apresentaram baixo desempenho. Ao final da análise e das entrevistas, será confrontado os resultados das dimensões quantitativas e qualitativas, a fim de avaliar a adequação do processo de avaliação do desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais ao modelo estatístico dicotômico de Rasch.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, estarão descritos os aspectos qualitativos observados até o momento na construção deste trabalho considerados relevantes para a interpretação e discussão dos resultados.

Para a produção dos registros em vídeo, foram gerados seis vídeos (dois por subturma) nas duas primeiras aulas, antes da aula inicial em investigação, para que os alunos se familiarizassem com as câmeras filmadoras a fim de minimizar o desconforto perante as mesmas nas aulas de interesse deste trabalho. O tema da aula para este trabalho foi “O preparo de soluções aquosas a partir de soluto sólido”, durante três ocasiões (dia da aula). Os vídeos dos estudantes executando a técnica foram analisados por ocasião, pelas três subturmas, e pelo escore bruto de cada estudante.

Foram gerados 12 vídeos (quatro por subturma) na primeira, segunda e terceira ocasião, totalizando trinta e seis vídeos de coleta de dados, com duração em média de 1 hora e 20 minutos cada um. Também, mais 3 vídeos (um por subturma) de filmagem da câmera volante, que registrou os procedimentos de determinação de massa em balanças eletrônicas de cada estudante na primeira, segunda e terceira ocasião, totalizando doze vídeos com duração em média de 20 minutos cada um.

Na primeira e segunda semana das aulas sobre preparo de soluções, o professor havia disponibilizado todos os materiais necessários (vidrarias, utensílios e substâncias) para as duplas de estudantes. Já na terceira semana, os alunos tiveram que pegar o material nos armários do laboratório e organizá-los na bancada. Antes da primeira semana das aulas, o professor disponibilizou para os estudantes o POP da técnica de preparo de soluções e do POP da determinação de massas em balanças eletrônicas. 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 do POP. Logo em seguida, o professor deu as orientações referentes ao modo como as duplas deveriam fazer o revezamento na realização da técnica.

A fim de organizar o preenchimento do *checklist* para cada estudante observado, os procedimentos realizados pelos alunos foram divididos em três fases: (1^a) medição do soluto sólido; (2^a) preparação para a transferência do líquido; (3^a) transferência do líquido e finalização do preparo da solução. As respostas foram registradas como 1 (um) para “SIM”, indicando que o item foi executado corretamente, e 0 (zero) para “NÃO”, indicando que o item não foi executado ou que não foi corretamente executado. O Quadro 1 apresenta o *checklist* elaborado a partir do POP e da observação geral dos procedimentos realizados pelos estudantes nas aulas. A soma dos resultados dos 25 itens para cada estudante e para cada ocasião de aula, constituiu seu escore bruto do desempenho da habilidade laboratorial, na execução da técnica naquela ocasião.

Quadro 1 - Checklist preenchido por meio da análise dos registros em vídeo.

Itens	1ª fase – Medição do soluto sólido	Sim	Não
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 do soluto sólido para o recipiente vazio sobre prato da balança, com auxílio de uma espátula?		
05	Transferiu o soluto sólido, cuja massa será medida, para o recipiente sobre o prato da balança, sem deixar cair no prato?		
06	Transferiu o soluto sólido, cuja massa será medida, para o recipiente sobre o prato da balança até a indicação da massa desejada no <i>display</i> ?		
07	Retirou cuidadosamente o recipiente do prato da balança?		
08	Zerou a balança?		
Itens	2ª fase – Preparação para a transferência do líquido	Sim	Não
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 o recipiente de pesagem suficientemente?		
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?		
Itens	3ª fase – Transferência e finalização do preparo da solução	Sim	Não
14	Transferiu o líquido com auxílio de um bastão de vidro, posicionando-o verticalmente em relação ao funil?		
15	Transferiu a solução para o balão volumétrico lavando as paredes do béquer suficientemente?		
16	Transferiu a solução para o balão volumétrico lavando o bastão suficientemente?		
17	Transferiu a solução para o balão volumétrico lavando as paredes do funil suficientemente?		
18	A solução transferida para o balão volumétrico estava à 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 e completou o volume da solução com água destilada, de modo que a parte inferior do menisco tangenciasse o traço de aferição do balão?		
22	Segurou o balão pelo colo ao aferir o menisco da solução?		
23	Aferiu o menisco da solução em relação ao traço de aferição do balão colocando o traço nivelado na altura dos olhos?		
24	Tampou o balão e homogeneizou a solução invertendo-o cerca de vinte vezes?		
25	Transferiu a solução recém preparada para um frasco armazenador apropriado, rigorosamente limpo e seco e previamente rotulado?		

Fonte: dados da pesquisa

Ao começarem a prática, percebemos 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 sem ajuda dos colegas e do professor. Em apenas alguns momentos durante a tarefa o professor precisou solicitar para o colega da dupla sentar e não intervir, além de ter evitado dar instruções durante o andamento da atividade. Durante as três ocasiões, as duplas permaneceram quase as mesmas, e alguns erros técnicos também permaneceram durante as ocasiões por um só estudante da dupla, não sendo alertado pelo colega da dupla que fazia corretamente, assim, podemos considerar que a técnica foi executada individualmente.

Em alguns itens específicos de cada fase do procedimento, observamos a recorrência de erros técnicos durante as três ocasiões em análise. O Quadro 2 mostra quais os itens do *checklist* com predominância de erros técnicos.

Quadro 2 - Itens com permanência de erros técnicos em cada fase durante as três ocasiões.

Fase do procedimento	Itens com permanência de erros técnicos
1ª Fase	(4) Transferência de forma lenta e contínua da massa para o recipiente vazio sobre prato da balança, com auxílio de uma espátula. (6) Transferência do soluto sólido para o recipiente sobre o prato da

	balança até indicação da massa desejada no display.
2ª Fase	(9) Transferência do sólido para um béquer contendo um volume de água destilada. (10) Transferência do sólido para o béquer com o auxílio de um jato de água destilada de uma pisseta, acompanhada da lavagem do recipiente de pesagem.
3ª Fase	(16) Transferência da solução para o balão volumétrico com a lavagem do bastão. (17) Transferência da solução para o balão volumétrico com a lavagem das paredes do funil. (24) Fechamento do balão volumétrico com a tampa seguido pela homogeneização da solução por inversão do balão.

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com as informações do Quadro 2, as tarefas executadas na 1ª fase foram as que os estudantes apresentaram maiores dificuldades em lidar com a técnica: apresentaram pouca habilidade com a balança e na transferência do soluto sólido para pesagem até a indicação da massa desejada no *display* (itens 04 e 06). Na primeira ocasião, apenas três estudantes realizaram as etapas corretamente, dos 33 alunos que fizeram os procedimentos. Na segunda ocasião, foram seis estudantes dos 34, e na terceira ocasião, foram 12 estudantes dos 33. Na 2ª fase, muitos estudantes não se atentaram a adicionar água destilada no béquer antes de realizar a transferência do soluto sólido, assim como a lavagem das vidrarias de modo a garantir a transferência completa do soluto (item 10), e lavagem das vidrarias na 3ª fase para transferência da solução ao balão volumétrico (itens 16 e 17).

O item 24 do *checklist* apresentou uma quantidade elevada de erros, configurando-se como um procedimento que exigiu mais atenção do que habilidade na execução da técnica. Os estudantes não manusearam o balão volumétrico invertendo-o na quantidade solicitada pelo POP. Na primeira ocasião, de 35 estudantes, 20 executaram de forma correta. Na segunda ocasião, de 33 estudantes somente 14 executaram de forma correta, e na terceira ocasião, de 34 estudantes, 13 executaram de forma correta.

Em especial na terceira (e última) ocasião, durante o preenchimento do *checklist*, constatamos que os itens 19 e 20 não foram executados por muitos estudantes. Dos 36, 23 estudantes saltaram a prática do item 19 e do item 20 (práticas conjugadas), 2

estudantes não executaram a prática do item 19, mas executaram a do item 20, e um estudante somente executou o item 20, por ter sido lembrado pelo seu colega na atividade. O Quadro 3 apresenta esses itens não executados.

Quadro 3 - Itens que não foram executados por todos os estudantes na terceira ocasião.

3ª Ocasião	Itens que não foram executados
3ª fase	(19) Adição de água destilada até à base do colo do balão. (20) Posicionamento da tampa do balão seguido pela homogeneização da solução com movimentos circulares.

Fonte: dados da pesquisa

Por meio da análise dos registros em vídeo e do resultado geral das práticas ao final das três ocasiões, percebemos que, para o professor, a tarefa de acompanhar cada estudante e corrigir os erros cometidos durante a execução de todos os procedimentos técnicos, mesmo em uma condição de poucos estudantes por aula, se constituiu como uma atividade complexa e praticamente impossível de ser realizada.

Mesmo com a demonstração inicial feita pelo professor, ao longo das aulas muitos estudantes se voltavam ao POP para verificar qual execução iria realizar, alguns alunos tiravam as dúvidas com o colega de atividade, e poucos solicitavam a atenção do professor. A tabela 1, a seguir, mostra o escore bruto de cada estudante para cada ocasião.

Tabela 1 - 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*****

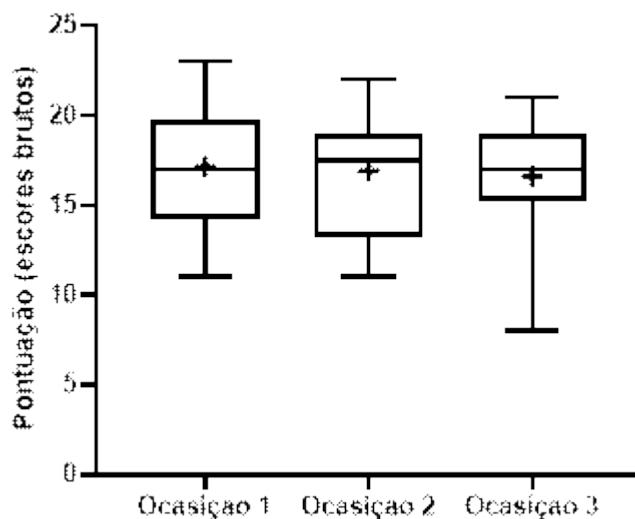
T111	19	18	15
T212	20	19	20***
T213	22	15**	16
T214	21	19	18
T215	21	18	16
T216	17	16	20
T217	13	20	17
T218	19	19	16
T219	23	22	19
T220	20	22	19
T221	22	19	17
T222	18	17	21
T223	17	20	13
T324	14*****	20	16*
T325	20	17*	21
T326	15	13	15
T327	14	20*	21
T328	15	11	16*
T329	11	16	11
T330	14	13	18
T331	19	13	11
T332	17	15	20
T333	13	14	8
T334	13	11	16
T335	10	10*	16
T336	16	13	19

Fonte: dados da pesquisa

O escore com um asterisco representa a quantidade de dados faltantes que não foi possível analisar. Na terceira ocasião, três estudantes não foram filmados durante a 1ª fase porquê, durante as filmagens, a pessoa que estava filmando o estudante no momento de realizar a pesagem, também estava conferindo/ajustando as outras câmeras, e o estudante pode ter realizado a pesagem no momento em que não estava sendo filmado. O *score* com um asterisco também representa dados faltantes de eventuais

momentos em que o aluno virou de costas para a câmera, que estava filmando sua bancada, impossibilitando a análise de determinada técnica. A Figura 2 demonstra o gráfico do Box Plot que representa os dados do escore bruto das três subturmas por cada ocasião. O gráfico de Box Plot é um recurso gráfico para a análise visual e interpretação de dados quantitativos de um conjunto de dados

Figura 2 - Gráfico do escore bruto por ocasião.



Fonte: dados da pesquisa

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 analisarmos esses resultados, consideramos que não foram verificados valores discrepantes nas três ocasiões apresentadas. 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 ocasião 2 apresentou uma maior variabilidade quando analisamos esse intervalo, exprimindo 50% de seus dados como assimétrico. Espera-se que, quanto menor variabilidade dos dados, melhor é o resultado do que se está caracterizando, como em nosso trabalho que objetivamos também em analisar o progresso de desempenho dos alunos ao longo das ocasiões.

Além disso, quando analisamos a amplitude, ou seja, a diferença entre o valor mínimo e valor máximo do escore alcançado naquela ocasião, verificamos que Ocasiao 3 apresentou o menor escore encontrado e a Ocasiao 1 apresentou o maior valor

encontrado. Entretanto, no geral, as distribuições dos valores das pontuações dos alunos foram similares nas três ocasiões. Assim, podemos concluir que a Ocasão 3 apresentou melhores resultados do desempenho dos alunos manuseando as técnicas laboratoriais, pois apresentou a menor variabilidade comparado às outras ocasiões, contudo, vale ressaltar que nesta ocasião ocorreu o menor desempenho alcançado por um estudante, atingindo o escore bruto de oito itens, fato este que não ocorreu nas outras ocasiões. No geral, consideramos que a repetição da aula prática não influenciou o desempenho da habilidade laboratorial de forma significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se salientar que a pesquisa que originou este trabalho está em andamento, e que o mesmo apresenta resultados qualitativos pertinentes da 1ª fase. A análise da 1ª fase apresentou considerações nas variações de desempenho das habilidades técnicas por um pequeno número de estudantes, de uma ocasião para a outra subsequente. Por meio dessa análise preliminar, não identificamos uma taxa de crescimento do desempenho dos estudantes na execução das atividades observadas, o que nos leva a crer não ter havido progresso geral de desempenho das habilidades técnicas laboratoriais em questão. Alguns alunos mantiveram o seu desempenho semelhante ao da aula anterior, e outros, erraram técnicas que não haviam errado nas aulas anteriores.

Verificamos que, mesmo diante das demonstrações feitas pelo professor e das orientações procedimentais escritas no POP (uma espécie de roteiro da atividade), entre os estudantes, existem dúvidas e recorrência de erros específicos de execução de algumas técnicas, pois um número considerável de estudantes errou os mesmos procedimentos, em especial, na fase de pesagem do soluto sólido. Apesar disso, alguns alunos que demonstraram pouca dificuldade no manuseio dos instrumentos e da técnica na primeira ocasião, apresentaram erros na segunda e terceira ocasião, resultando no número expressivo de erros do item 24, o que demonstrou que não há correlação direta entre o saber executar a técnica e de fato, executá-la corretamente, uma vez que, acertaram na primeira execução, mas erraram nas ocasiões posteriores. Em contraposição, alguns estudantes tiveram melhoria significativa do desempenho entre a Ocasão 1 e a Ocasão 3.

Além disso, constatamos que alguns estudantes tiveram escores brutos constantes durante as três ocasiões. Entendemos que, embora esses estudantes não tenham executado corretamente alguns procedimentos técnicos durante o preparo de

soluções aquosas, eles não apresentaram dificuldades significativas na execução da atividade. Percebemos que esses estudantes, em sua maioria, não acompanharam rigorosamente as instruções do POP, especificamente na 3ª ocasião.

Por último, vale lembrar que a análise desses dados ainda será aprofundada nas outras etapas da pesquisa em andamento, a fim de gerar elementos que nos permitam compreender como adequar o processo de avaliação de desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais, no contexto de uma disciplina de caráter prático-profissional da EPTNM, ao modelo dicotômico estatístico desenvolvido por Georg Rasch. Neste estudo, apresentamos uma primeira compreensão das evidências do desenvolvimento desse tipo de habilidade e a progressão dos estudantes na execução dos procedimentos técnicos envolvidos no preparo de soluções aquosas nas três ocasiões observadas. Assim, para que essas evidências possam ser úteis para a compreensão do processo de avaliação do desenvolvimento dessas habilidades, na continuidade da pesquisa, os dados serão submetidos ao modelo dicotômico de Rasch, como instrumento de avaliação de medidas, de modo a fornecer novos elementos para avaliação da aprendizagem técnica laboratorial dos estudantes de Química observados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG e ao grupo AMTEC e GEMATEC pelo incentivo e aprendizado nesse trabalho realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, T. R. **Desenvolvimento da Habilidade Técnica de Titulação em um Laboratório Escolar de Química**. 2011. 131 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de 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**, v. 17, n. 3, p. 657-684, 2015.
- JOHNSTONE, A. H.; AL-SHUAILI, A. Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. **University Chemistry Education**, v. 5, n. 2, p. 42 – 51, 2001.
- LINACRE, J. M. **Many- Facet: Rasch Measurement**. 2. ed. Chicago: Mesa Press, 1994. 158 p.
- OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.
- PRADES, A.; ESPINAR, S. R. Routledge. Laboratory assessment in chemistry: an analysis of the adequacy of the assessment process. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 35, n. 4, p. 449–461, 2010.

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**, v. 10, n. 1, p. 41-53, 2004.

VALLADARES NETO, J.; SANTOS, C. B. dos. TORRES, E. M.; ESTRELA, C. Boxplot: um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 26, n. 76, p. 1-6, 2017.

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