

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

Ciléia Rodrigues

**DESENHO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA
EM UMA CONCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM ATIVA**

Santa Maria, RS
2021

Ciléia Rodrigues

**DESENHO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA
EM UMA CONCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM ATIVA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Educação em Ciências**.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andreas Sauerwein

Santa Maria, RS
2021

Rodrigues, Ciléia
DESENHO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA
EM UMA CONCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM ATIVA / Ciléia
Rodrigues.- 2021.
191 p.; 30 cm

Orientador: Ricardo Andreas Sauerwein
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2021

1. Metodologias Ativas 2. Sala de Aula Invertida 3.
EDR I. Sauerwein, Ricardo Andreas II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, CILÉIA RODRIGUES, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Ciléia Rodrigues

**DESENHO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA EM UMA
CONCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM ATIVA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Educação em Ciências**.

Aprovado em 22 de fevereiro de 2021:



por videoconferência

Ricardo Andreas Sauerwein, Dr. (UFSM) - por videoconferência
(Presidente/Orientador)



por videoconferência

Ana Marli Bulegon, Dra. (UFN) - por videoconferência



por videoconferência

Claudia Smaniotto Barin, Dra. (UFSM) - por videoconferência



por videoconferência

Daniele Correia, Dra. (UFMS) - por videoconferência



por videoconferência

Taís Fim Alberti, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS
2021

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à Deus, pois acredito que ele nos guia em nossa caminhada, colocando pessoas que nos auxiliam de alguma forma durante todo nosso percurso.

Ao meu amado esposo, que esteve sempre ao meu lado, me dando todo o suporte na administração das tarefas do dia a dia, nos cuidados com nossa filha e ainda me ouvindo e me aconselhando, principalmente nos dias mais difíceis, onde os obstáculos pareciam intransponíveis. Foram nesses dias que me senti mais amada e agraciada por poder contar com uma pessoa tão especial na minha vida.

À minha amada filha, que, apesar de não compreender completamente, abdicou da minha companhia em vários momentos ao longo desses anos e precisou dividir o meu tempo com este trabalho como se fosse “um irmão”.

À minha querida sogra, que nos auxiliou nos cuidados com nossa filha, dando carinho e atenção que só uma avó é capaz, tentando suprir um pouco da falta que a mamãe deixou, para que eu pudesse me dedicar com maior atenção ao trabalho.

À minha amada avó (em memória), que me educou e me ensinou a ser uma pessoa forte e persistente, que com seu jeito simples me mostrou como não desistir e sempre lutar sem esmorecer perante as dificuldades. Tenho certeza que onde esteja, está sempre olhando por mim, me protegendo e muito orgulhosa das minhas conquistas.

À minha mãe, agradeço por buscar sempre me ajudar, orando por mim, pedindo pelo meu sucesso pessoal e profissional. E, sempre que possível, ajudando nos cuidados com nossa filha, com muito carinho e dedicação.

Ao professor Ricardo, meu querido orientador, que, ao longo desses anos, muito me ensinou, apontando caminhos e me guiando durante todo o nosso trabalho, sempre com muito respeito às minhas opiniões e colocações. Agradeço muito pela confiança no meu trabalho e pelo carinho com que fui recebida no grupo pelo Sr. e pela professora Inês. Com o Sr., aprendi o verdadeiro significado da palavra “orientador” e, sem dúvida, seu exemplo será sempre lembrado. Espero sempre poder contar com a nossa parceria!

À direção, supervisão e colegas da escola Cilon Rosa, agradeço pela colaboração, sempre me auxiliando da melhor maneira possível para que pudesse desenvolver o meu trabalho de forma eficaz, primando sempre por uma educação

pública e de qualidade. Em especial, agradeço à coordenadora pedagógica Margarete Schmoel e à vice-diretora Fernanda Goldshmidt, que em momentos de crise conduziram a situação com extremo profissionalismo, mediando conflitos e ajudando a dar continuidade à minha pesquisa.

Por fim, agradeço aos meus amados alunos, que me ajudaram e confiaram no meu trabalho, me dando a oportunidade de aprender e enriquecer na minha prática. Vocês são a razão pela qual busquei me qualificar e espero sempre poder compartilhar com todos um pouco da minha experiência, ajudando a formar não apenas indivíduos conscientes como cidadãos do bem!

*A mente que se abre a uma nova ideia,
jamais voltará ao tamanho original*

(Albert Einstein)

RESUMO

DESENHO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA EM UMA CONCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM ATIVA

AUTORA: Ciléia Rodrigues

ORIENTADOR: Ricardo Andreas Sauerwein

Neste trabalho, desenvolveu-se, implementou-se e avaliou-se a viabilidade e efetividade de um Desenho Metodológico que foi elaborado baseado nas concepções da Sala de Aula Invertida, para o ensino de conteúdos de Físico-Química: Cálculo Estequiométrico, Soluções e Termoquímica. Esse ramo da Química, em específico, é extremamente procedimental e necessita de uma variedade de atividades para que ocorra uma melhor compreensão dos seus conceitos. A forma tradicional de ensino, na maioria das vezes, não possibilita a realização de atividades e problemas em sala de aula, devido à falta de tempo, sendo que estas ficam destinadas a serem realizadas em casa, o que dificulta a discussão dos conceitos e o esclarecimento das dúvidas que surgem. Aliado a esse cenário, o docente se depara com um perfil diferente de alunos, que nasceram em uma época onde o fluxo de informações é constante e intenso, o que implica em uma sociedade diferente com necessidades específicas e que exige uma transformação na educação e em todos os indivíduos que participam do processo. Assim sendo, encontrou-se nas metodologias ativas de ensino, mais especificamente na Sala de Aula Invertida, os princípios que podem auxiliar a transformar a dinâmica de sala de aula de alunos da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual, através de uma metodologia que torne este ambiente um espaço de discussão entre os pares e entre alunos e professor. Com isso, espera-se fazer com que os alunos consigam desenvolver maior autonomia perante a sua aprendizagem, tornando-a mais significativa e baseada na interação entre os indivíduos. Para a elaboração, implementação e avaliação do Desenho Metodológico proposto neste trabalho, utilizou-se como metodologia de pesquisa o *Education Design Research*. O Desenho Metodológico elaborado para o ensino de Físico-Química é composto por quatro etapas, as quais compreendem Videoaulas, Atividades Orientadoras, Atividades de Sala de Aula e Atividades Avaliativas. Os resultados apontam que o Desenho Metodológico proposto nesta tese é viável e efetivo para a discussão dos conceitos de Físico-Química, possibilitando: aos alunos, a desconstrução do papel de um ouvinte passivo para um aluno ativo, que participa efetivamente na busca e construção do conhecimento, tornando-o responsável não apenas pela sua aprendizagem, mas pela do seu colega. Essa mudança de postura dos indivíduos que participam do processo promoveu uma transformação na dinâmica das aulas presenciais, tornando a sala de aula um espaço onde os conceitos não são apenas apresentados, mas sim discutidos a partir da percepção de todos, em uma construção ativa e colaborativa do conhecimento.

Palavras-chave: Metodologias Ativas. Sala de Aula Invertida. EDR.

ABSTRACT

METHODOLOGICAL DESIGN FOR THE TEACHING OF PHYSICAL CHEMISTRY IN AN ACTIVE LEARNING CONCEPTION

AUTHOR: Ciléia Rodrigues
ADVISOR: Ricardo Andreas Sauerwein

In this work, we developed, implemented and evaluated the feasibility and effectiveness of a Methodological Design that was elaborated based on the conceptions of the Reversed Classroom, for the teaching of Physical Chemistry contents: Stoichiometric Calcium, Solutions and Thermochemistry. This branch of chemistry, in particular, is extremely procedural and requires a variety of activities for a better understanding of its concepts. The traditional form of teaching, most of the time, does not allow the performance of activities and problems in the classroom, due to lack of time, and these are destined to be held at home, which makes it difficult to discuss the concepts and clarify the doubts that arise. Allied to this scenario, the teacher faces a different profile of students, who were born in an era where the flow of information is constant and intense, which implies a different society with specific needs and which requires a transformation in education and in all individuals participating in the process. Therefore, active teaching methodologies, more specifically in the Reversed Classroom, have found the principles that can help transform the classroom dynamics of students of the 2nd grade high school of a state public school, through a methodology that makes this environment a space of discussion between peers and between students and teacher. With this, it is expected that students will be able to develop greater autonomy in their learning, making it more meaningful and based on interaction between individuals. For the elaboration, implementation and evaluation of the Methodological Design proposed in this study, the Education Design Research was used as a research methodology. The Methodological Design prepared for the teaching of Physical Chemistry is composed of four stages, which comprise Video Classes, Guiding Activities, Classroom Activities and Evaluative Activities. The results indicate that the Methodological Design proposed in this thesis is viable and effective for the discussion of the concepts of Physical Chemistry, enabling students to deconstruct the role of a passive listener for an active student, who effectively participates in the search and construction of knowledge, making him responsible not only for his learning, but for that of his colleague. This change of attitude of the individuals who participate in the process promoted a transformation in the dynamics of classroom classes, making the classroom a space where concepts are not only presented, but discussed from the perception of all, in an active and collaborative construction of knowledge.

Keywords: Active Methodologies. Reversed Classroom. EDR.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caminhos dos processos de Indução e Dedução.....	44
Figura 2 - Processo de aprendizagem aos pares.....	52
Figura 3 - Integração da Sala de Aula Invertida com outras Metodologias Ativas.....	71
Figura 4 - Atuação da pesquisa em EDR	84
Figura 5 - Etapas do desenvolvimento da metodologia baseado em EDR	87
Figura 6 - Mapa conceitual sobre as concepções da metodologia de pesquisa EDR	90
Figura 7 - Ilustração das etapas que compõe o Desenho Metodológico proposto para o ensino dos conceitos de Físico-Química	93
Figura 8 - Página inicial do site onde as atividades foram desenvolvidas.....	95
Figura 9 - Alunos realizando a atividade prática no laboratório referente ao Módulo 1	136
Figura 10 - Alunos realizando a atividade prática no laboratório referente ao Módulo 1	136
Figura 11 - Soluções de Dicromato de Potássio preparadas pela docente para o desenvolvimento da resolução do problema referente ao Módulo 2	139
Figura 12 - Alunos realizando a atividade prática no laboratório referente ao Módulo 2	140
Figura 13 - Exemplo 1: respostas dos alunos componentes da Dupla 1 à atividade prática referente ao Módulo 2.....	144
Figura 14 - Exemplo 2: respostas dos alunos componentes da Dupla 2 à atividade prática referente ao Módulo 2.....	145
Figura 15 - Exemplo 3: respostas dos alunos componentes da Dupla 3 à atividade prática referente ao Módulo 2.....	146
Figura 16 - Exemplo 3: continuação das respostas dos alunos componentes da Dupla 3 à atividade prática referente ao Módulo 2	147

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas dos Alunos ao questionário quanto ao critério Duração das Videoaulas.....	115
Gráfico 2 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao critério Clareza nas Explicações	116
Gráfico 3 - Respostas dos Alunos quanto ao critério Aprendizagem com as Videoaulas.....	117
Gráfico 4 - Participação dos Alunos nas Atividades Orientadoras	121
Gráfico 5 - Respostas dos Alunos às Atividades Orientadoras – Módulo 1	122
Gráfico 6 - Respostas dos Alunos às Atividades Orientadoras – Módulo 2	124
Gráfico 7 - Respostas dos Alunos às Atividades Orientadoras – Módulo 3	125
Gráfico 8 - Respostas dos Alunos à atividade prática referente ao Módulo 1	137
Gráfico 9 - Respostas dos Alunos à Atividade Prática referente ao Módulo 2	143
Gráfico 10 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Trabalho das Atividades de Sala de Aula.....	149
Gráfico 11 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Dificuldade das Atividades de Sala de Aula	151
Gráfico 12 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Aprendizagem das Atividades de Sala de Aula	152
Gráfico 13 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Interesse das Atividades de Sala de Aula.....	153
Gráfico 14 - Análise das respostas dos alunos às Atividades Avaliativas	156

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação do tempo utilizado na sala de aula tradicional e na sala de aula invertida	58
Quadro 2 - Registro das publicações de pesquisadores brasileiros.....	66
Quadro 3 - Etapas para a produção de uma videoaula.....	74
Quadro 4 - Comparação entre as teorias de Vygotsky e Piaget.....	79
Quadro 5 - Descrição das etapas desenvolvidas no Desenho Metodológico e seus objetivos	93
Quadro 6 - Classificação das questões da 2ª Etapa	96
Quadro 7 - Exemplos das Atividades Orientadoras desenvolvidas na 2ª Etapa	96
Quadro 8 - Exemplos das Atividades de Sala de Aula desenvolvidas na 3ª Etapa	100
Quadro 9 - Exemplos das Atividades Avaliativas desenvolvidas na 4ª Etapa	105
Quadro 10 - Conteúdos desenvolvidos na escola de acordo com o seu plano de estudos.....	107
Quadro 11 - Conteúdos desenvolvidos na aplicação do Desenho Metodológico, suas denominações e divisões durante a aplicação	108
Quadro 12 - Instrumentos e técnicas utilizados na análise dos dados.....	109
Quadro 13 - Duração das videoaulas.....	116
Quadro 14 - Instrumentos e técnicas utilizados na análise dos dados.....	120

LISTA DE SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CD	<i>Compact Disc</i>
EDEQ	Encontro de Debates sobre o Ensino de Química
EDR	<i>Education Design Research</i>
E.M.	Ensino Médio
EsM	Ensino Sob Medida
EUA	Estados Unidos da América
FLN	<i>Flipped Learning Network</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IpC	Instrução pelos Colegas
MEC	Ministério da Educação
MPEAC	Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências
PBL	<i>Problem Based Learning</i> /Aprendizagem Baseada em Problemas
SAI	Sala de Aula Invertida
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO.....	23
1	INTRODUÇÃO	27
2	ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	33
2.1	MUDANÇAS NO ENSINO E OS ALUNOS DO SÉCULO XXI.....	33
2.1.1	As transformações na sociedade e na educação	33
2.1.2	O perfil dos alunos no século XXI.....	37
2.1.3	Ressignificando o papel da escola e do professor	39
2.1.4	Dificuldades no ensino e aprendizagem em Química	41
2.2	AS METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM: UM NOVO CONCEITO DE ENSINO	43
2.2.1	Fundamentação teórica e concepção histórica das Metodologias Ativas	43
2.2.2	Modelos de Metodologias Ativas	48
2.2.2.1	<i>Método ou estudo de caso</i>	<i>49</i>
2.2.2.2	<i>Aprendizagem baseada em problemas</i>	<i>49</i>
2.2.2.3	<i>Aprendizagem baseada em projetos</i>	<i>50</i>
2.2.2.4	<i>Aprendizagem aos pares.....</i>	<i>51</i>
2.2.2.5	<i>Aprendizagem sob medida</i>	<i>52</i>
2.3	A SALA DE AULA INVERTIDA: TRANSFORMAÇÕES DE TEMPO E ESPAÇO.....	54
2.3.1	Construindo o conceito de sala de aula invertida	54
2.3.2	Onde é utilizada em nível nacional e internacional	63
2.3.3	Integração das metodologias ativas à sala de aula invertida	70
2.3.4	Recursos tecnológicos utilizados na implementação da metodologia	72
2.3.5	A sala de aula invertida na perspectiva construtivista	75
3	PESQUISA EM EDUCATION DESIGN RESEARCH	81
3.1	METODOLOGIA	81
3.2	EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH	83
3.2.1	Características da EDR	85
3.2.2	Modelos de design, desenvolvimento e implementação da EDR.....	87
4	DESENHO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA	91
4.1	PROPOSIÇÃO DO TEMA/PRINCÍPIOS DE DESIGN.....	91
4.1.1	Contexto de aplicação e perfil da escola.....	91
4.1.2	Observações docentes e problema de pesquisa.....	92
4.2	DESIGN.....	93
4.2.1	1ª Etapa	94
4.2.2	2ª Etapa	95
4.2.3	3ª Etapa	99
4.2.4	4ª Etapa	105
4.3	IMPLEMENTAÇÃO.....	106
4.4	AVALIAÇÃO	108
4.5	RE-DESIGN.....	109
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	113
5.1	ANÁLISE DOS DADOS	113
5.1.1	Análise dos resultados da 1ª Etapa - elaboração das videoaulas.....	113
5.1.2	Análise dos resultados da 2ª Etapa - respostas das atividades orientadoras.....	119

5.1.3	Análise dos resultados da 3ª Etapa - respostas das atividades de sala de aula.....	126
5.1.4	Análise dos resultados da 4ª Etapa - respostas das atividades avaliativa	155
6	CONCLUSÃO	163
	REFERÊNCIAS	171
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	183
	APÊNDICE B - ATIVIDADE PRÁTICA SOBRE ESTEQUIOMETRIA.....	189
	APÊNDICE C - VIDEOAULAS UTILIZADAS NA TESE.....	191

APRESENTAÇÃO

Há dez anos trabalho como docente em escolas públicas estaduais e durante toda minha carreira estive em busca de metodologias e práticas que apresentassem possibilidades de um melhor ensino-aprendizagem na disciplina de Química. Tarefa árdua, dado que não são poucos os desafios que eu e meus colegas enfrentamos diariamente. A desvalorização do trabalho docente, tanto por parte do governo, como pela própria comunidade escolar, o sucateamento das escolas, os baixos salários e a implementação de medidas que visam apenas o número de aprovações sem nenhum objetivo que priorize a aprendizagem, não são o melhor incentivo para que um professor busque se qualificar e elaborar metodologias para um melhor desenvolvimento cognitivo dos seus alunos.

Entretanto, como professora, a primeira lição que aprendi foi nunca desistir diante dos obstáculos, mesmo que pareçam intransponíveis. O professor que desiste do seu aluno, desiste da sua profissão e permite que a ignorância ganhe mais espaço que o conhecimento. Dessa maneira, sempre me senti compelida a buscar alternativas para desenvolver um bom trabalho docente e, assim, ingressei no mestrado do Programa de Pós-Graduação de Ensino em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

No mestrado, comecei a ter um primeiro contato, através dos trabalhos do meu orientador e do grupo Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências (MPEAC), com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e, assim, descobri a grande potencialidade dessa ferramenta quando aliada a uma metodologia de ensino bem delineada. Diante disso, elaborei um Conjunto de Atividades Didáticas desenvolvidas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, que visavam estimular e aprimorar a leitura e interpretação no ensino de Química, bem como melhorar a compreensão dos conceitos químicos através dessas leituras. Conclui o mestrado e agora estou em busca do grau de doutora, continuando na mesma linha de pesquisa, ou seja, métodos de ensino e aprendizagem que utilizem as TIC como ferramentas nesses processos. No grupo MPEAC, trabalha-se com uma metodologia de pesquisa denominada *Education Design Research* (EDR), que em uma tradução mais adequada, na concepção do grupo, é Pesquisa em Design Educacional. De acordo com Ricardo Andreas Sauerwein, o EDR pode ser visto como uma concepção de pesquisa, na qual pesquisas e intervenções pontuais, logo

planejadas e executadas em escalas de tempo curtas, são etapas de um conjunto que tem o objetivo de transformar a realidade escolar e obter resultados de pesquisa em escalas de tempo longas.

No entanto, nesses anos de docência, algo muito me inquieta e incomoda: o fato de perceber o quanto o tempo de sala de aula é mal utilizado. Perde-se um tempo demasiado com exposição de conceitos, com as quais, na maioria das vezes o aluno não apresenta grandes dificuldades de compreensão, ou seja, não necessita de uma explicação mais detalhada do professor, para compreendê-los, além disso estes conceitos são facilmente encontrados e bem explicados nos livros ou na Internet, ao contrário do que ocorria a alguns anos atrás quando as informações eram raras, e o professor era o único meio de acesso à estas informações (ARAUJO; MAZUR, 2013). Neste contexto, o que fazia sentido para alunos destas gerações anteriores, acaba sendo extremamente monótono para os alunos desta geração, que frequentemente perdem o interesse e atenção na fala do professor, já que este tipo de exposição difere muito do perfil ativo desses alunos (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016). Por outro lado, poucos são os exercícios e problemas solucionados em sala de aula, em sua maioria, são propostos para serem feitos em casa. É nessa etapa que, normalmente, surgem as maiores e principais dúvidas e os estudantes não dispõem da ajuda do professor nesse momento. Portanto, ele tenta resolver as questões e, não raro, não consegue. Como, na maioria das vezes, não há ninguém para orientá-lo, chega na aula com diversas dúvidas que, em grande parte, não são esclarecidas apenas com a correção dos exercícios, comprometendo, dessa forma, a sua aprendizagem, além de ser desmotivador, dado que o acúmulo de conceitos mais relevantes, quando não compreendidos, se torna um empecilho para a aprendizagem de novos conceitos.

Para o professor não é menos complicado, dado que: como fazer para identificar as dificuldades individuais de todos os alunos com o pouco tempo de convivência com cada um deles? Alguns são mais comunicativos e isso, de certa forma, facilita um pouco mais a identificação das possíveis dúvidas, mas, e aqueles estudantes que, por medo ou vergonha, não as expõem ao professor? Essa situação leva a desenvolver um ensino que privilegia a poucos e acaba por deixar sérias lacunas na aprendizagem de muitos estudantes. Por essa razão, a divergência entre o perfil dos alunos e o modelo de aprendizagem atual se torna um problema a ser enfrentado diariamente em sala de aula.

Este cenário fica mais acentuado quando nos referimos ao ensino de química para alunos da 2ª série do EM, onde os conteúdos trabalhados são os conteúdos referentes a um ramo da Química denominado Físico-Química. Nesta etapa do ensino, é onde normalmente se observa que os alunos apresentam grandes dificuldades em desenvolver competências e habilidades para a compreensão dos conceitos químicos.

Alicerçada nessas observações, fui em busca de metodologias que pudessem me auxiliar a utilizar o tempo de sala de aula não apenas para exposição de conceitos, mas também para a discussão dos mesmos, desenvolvendo mais exercícios, resolução de problemas e atividades práticas em sala de aula. Assim, encontrei nas Metodologias Ativas de Ensino uma possível resposta às minhas inquietações.

1 INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo, traz-se uma pequena introdução sobre os assuntos discutidos neste trabalho e apresenta-se a justificativa, bem como o problema de pesquisa e os objetivos traçados na sua construção.

O ensino de físico-química sempre se mostrou um desafio para os professores de educação básica. Nesse ramo da química, comumente é onde os alunos demonstram sérias dificuldades de compreensão dos conceitos, pois, para tal, é necessário um conjunto de habilidades que englobam diferentes áreas como a da linguagem, matemática e das ciências.

Apesar das diversas pesquisas na área de educação, com os mais variados estudos sobre metodologias de ensino e aprendizagem e discussões a respeito desses assuntos, ainda predomina no ensino de Química na educação básica uma metodologia baseada exclusivamente na utilização de fórmulas, regras e nomenclaturas, com pouco ou nenhum destaque à correlação da disciplina com o cotidiano (COSTA *et al.*, 2005), fazendo com que os alunos tenham uma percepção completamente equivocada da disciplina, classificando-a como algo incompreensível e sem relevância para o seu aprendizado. Além disso, esse tipo de abordagem pouco estimula o desenvolvimento da autonomia do estudante para que ele compreenda a importância de estudar uma ciência tão essencial ao seu desenvolvimento humano e cidadão:

[...] o ensino de Química deve estar comprometido com o desenvolvimento total do aluno, já que aprender supõe a preparação do indivíduo para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir por si mesmo frente às diferentes circunstâncias da vida. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (COSTA *et al.*, 2005, p. 31).

Assim sendo, é necessário que o ensino de Química seja mais contextualizado e os conhecimentos químicos discutidos levando-se em consideração a realidade dos alunos e do seu contexto social, para que eles possam participar ativamente da sociedade em que vivem, tomando suas próprias decisões, conscientes da sua importância.

Além disso, não há como negar que o perfil dos alunos vem mudando consideravelmente ao longo dos anos.

Para alguns autores, como Prado (2015), os jovens nascidos até o ano 2002 são chamados de Geração Y, visto que nasceram em uma época em que o fluxo e a quantidade de informação são enormes e variáveis, o que implica em novas maneiras de trabalhar, se comunicar, se relacionar, pensar e aprender. Já os jovens nascidos a partir do ano de 2003 são aqueles que nasceram “usando a internet” e possuem algumas características como possuir maior senso de responsabilidade social e ambiental. É com esse perfil de aluno que os professores se deparam em sala de aula, o que torna um verdadeiro desafio a prática docente.

Esse desafio se encontra no fato de que, por séculos, o modelo tradicional de educação esteve centrado no professor, que era o detentor de todo o conhecimento (MORAN, 2008). Nesse contexto, os alunos ouvem toda a informação fornecida pelo professor e são avaliados de forma igual, não levando em consideração que cada estudante aprende de formas distintas e em um tempo diferente. A mudança dessa metodologia de ensino é necessária, dado que os alunos de hoje não são os mesmos para o qual esse sistema educacional foi criado.

Dessa forma, fica a indagação: Como desenvolver uma aprendizagem de qualidade diante desse panorama? Certamente não existe uma receita mágica para responder a essa questão. Contudo, ainda no mestrado, participando de um evento, fui apresentada pela primeira vez aos conceitos de Metodologias Ativas e da Sala de Aula Invertida. De acordo com Berbel (2011, p. 29), as Metodologias Ativas:

[...] baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando as condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos as atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos.

Vários pesquisadores em educação vêm engajando esforços no sentido de elaborar atividades de ensino que permitam aos estudantes se envolverem cognitivamente e refletirem, ao longo do processo, naquilo que estão fazendo, utilizando para tal as Metodologias Ativas (FREITAS, 2019; OLIVEIRA, 2019; OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016; RIOS, 2017; SILVA, 2017).

De acordo com Sobral e Campos (2012), ao abandonar os métodos tradicionais de ensino, onde há apenas transmissão de conhecimento, o professor

assume uma posição de facilitador no processo de aprendizagem. Já ao aluno, é possibilitado o engajamento na aprendizagem, desenvolvendo um senso crítico perante o que é aprendido e competência para relacionar o que é aprendido ao mundo real. Para Barbosa e Moura (2013, p. 55):

A aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento.

Dessa maneira, é necessário que essas metodologias sejam acompanhadas de objetivos bem delineados, ou seja, para que os alunos sejam pró-ativos, as atividades devem ser desafiadoras e progressivamente mais complexas, possibilitando a estes experimentar novas formas de mostrar sua iniciativa. Na visão de Moran (2014, p. 18), “as Metodologias Ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas”.

Dentre essas metodologias encontra-se a Sala de Aula Invertida (SAI), que consiste em um método onde há uma inversão da dinâmica de sala de aula. Ou seja, as atividades que normalmente são feitas em aula passam a ser feitas em casa e as atividades que são feitas em casa passam a serem feitas em aula (BERGMANN; SAMS, 2012). Os estudantes têm um primeiro contato com os conceitos em casa, através de textos, ou videoaulas indicadas e/ou elaboradas pelo professor, jogos ou simulações, além de algumas questões a respeito dos conteúdos discutidos nesses recursos. Além disso, há a possibilidade do próprio estudante se deparar com alguma situação em seu cotidiano, como uma notícia, e trazer esse assunto para discussão.

Em sala de aula, de forma colaborativa, os discentes resolvem problemas, elucidam suas dúvidas, tanto com os colegas como com o professor, realizam atividades experimentais e participam de discussões. Dessa maneira, o ensino passa a ser centrado no aluno, ressignificando o papel do professor para além da mera transmissão de informações. O tempo de sala de aula passa a ser utilizado para uma aprendizagem mais nobre, no sentido de que ocorre uma melhor interação entre todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Além disso, a pesquisa na literatura indica que, apesar do gradual aumento, poucos são os trabalhos que envolvam a metodologia da SAI estão sendo desenvolvidos no âmbito da educação básica e pública. No ensino de Química, foram encontrados dois artigos, uma dissertação e nenhuma tese. Em sua maioria, os trabalhos descritos apresentam aspectos da metodologia da SAI e são direcionados a um determinado assunto ou conteúdo.

Assim sendo, o problema que nos propomos a solucionar nesta pesquisa é: *Como transformar a dinâmica da sala de aula de Química da 2ª Série do E.M. de uma escola pública estadual, tornando-a um espaço de aprendizagem ativa com o desenvolvimento de atividades que procurem abordar os aspectos do conteúdo químico relevantes à aprendizagem de cada aluno?*

A metodologia descrita nesta tese é o resultado de dois anos de trabalho com alunos da 2ª série do Ensino Médio de uma das maiores escolas estaduais da cidade. O trabalho envolve o desenvolvimento de boa parte do conteúdo programático da série com um Desenho Metodológico desenvolvido exclusivamente para o ensino de Físico-Química, a partir das minhas observações como professora e pesquisadora. Além disso, envolve aspectos de outras metodologias ativas como Aprendizagem aos Pares e Aprendizagem sob Medida.

A escolha desta série do E.M., em específico, é justificada pelo fato de ser uma das etapas que exige um trabalho procedimental constante, com a realização de diferentes tipos de atividades para a compreensão dos conteúdos desenvolvidos. Portanto, o aluno necessita, com muita frequência, do auxílio do professor, e na metodologia tradicional essa ajuda fica prejudicada, já que grande parte dos exercícios são feitos em casa.

Ainda, a metodologia descrita nesta tese é fundamentada nas concepções do EDR, a qual pode ser caracterizada como uma metodologia de pesquisa utilizada para desenvolver, implementar e analisar intervenções que surgem no ambiente educacional, o que aproxima o docente do pesquisador e vice-versa. Ela permite a observação e desenvolvimento do processo como um todo, desde a identificação do problema até sua efetiva implementação. Além disso, possibilita a constante análise da prática que está sendo aplicada bem como os problemas identificados e possíveis soluções nas próximas aplicações.

Portanto o *objetivo geral* com este trabalho é *desenvolver, implementar e analisar a potencialidade de um Desenho Metodológico para o uso da SAI nos*

conteúdos de Química da 2ª Série do E.M., buscando, dessa forma, transformar o espaço de sala de aula, tornando-o mais dinâmico, flexível e colocando o aluno como sujeito ativo do processo.

E como objetivos específicos propõe-se a:

- a) desenvolver um Desenho Metodológico que busque, através da resolução de atividades e problemas com objetivos diversos, a discussão dos conceitos de Físico-Química;
- b) implementar o Desenho Metodológico, levando em consideração as dúvidas e dificuldades individuais dos estudantes, buscando alternativas para uma melhor compreensão dos conceitos químicos;
- c) analisar a viabilidade e a efetividade do Desenho Metodológico para o ensino de Físico-Química, proposto a partir da percepção dos sujeitos envolvidos, em uma escola pública estadual;
- d) verificar se o Desenho Metodológico promoveu uma transformação na dinâmica das aulas presenciais, através da aprendizagem aos pares e pelo aumento da interação aluno-professor.

Nesse contexto, o texto está estruturado em seis capítulos, onde, no primeiro capítulo, será apresentada, na introdução, o porquê da escolha do tema abordado na tese, o problema de pesquisa e os objetivos gerais e específicos propostos na pesquisa.

O segundo capítulo abordará os pilares teóricos que proporcionaram o embasamento da pesquisa descrita na tese. Assim, discutirá as transformações ocorridas na sociedade e, conseqüentemente, na Educação, bem como quais são suas demandas e necessidades atuais. Abordar-se-á, também, sobre o perfil dos alunos deste século e de que forma os professores precisam repensar o seu papel neste contexto. Apontar-se-á, ainda, quais as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes a respeito dos conceitos da disciplina de Química, especificamente os assuntos de Físico-Química, abordados na 2ª série do E.M. Descrever-se-ão as principais Metodologias Ativas encontradas na literatura, sua fundamentação teórica e concepção histórica. Nesse contexto, apresentar-se-á e discutir-se-á a metodologia da Sala de Aula invertida, onde será explanado brevemente como surgiu, os principais pesquisadores que utilizam a prática, onde é utilizada em nível nacional e internacional. Abordar-se-á, ainda de que forma a SAI pode se alinhar a perspectiva construtivista e como as Metodologias Ativas integram-se entre si, com a

prática pedagógica e os recursos tecnológicos utilizados na metodologia descrita nesta tese.

No terceiro capítulo, definiu-se e discutiu-se a metodologia de pesquisa em EDR. Suas etapas foram descritas, além do desenvolvimento e implementação, bem como os principais desafios encontrados durante o percurso da pesquisa.

No quarto capítulo, apresenta-se e descreve-se o Desenho Metodológico elaborado para o ensino dos conceitos de Físico-Química. Detalha-se cada etapa da metodologia, justificando as escolhas e decisões tomadas baseando-se nas observações docentes, e nas concepções da metodologia de pesquisa em EDR.

Por fim, no quinto e sexto capítulos, serão apresentados e discutidos os dados coletados na aplicação do último ciclo iterativo, e, logo após, apresentar-se-ão as conclusões a respeito do que foi abordado nesta análise.

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Este capítulo traz os princípios de design, pilares teóricos que ancoram a pesquisa e que permitiram o desenvolvimento de uma possível solução para o problema identificado nesta tese. Abordar-se-ão as significativas mudanças que aconteceram na sociedade e na educação, o perfil dos alunos, o papel dos educadores e as principais dificuldades enfrentadas por estes. Após, apresentar-se-ão as Metodologias Ativas de Ensino, dando uma maior ênfase a Sala de Aula Invertida. Além disso, será discutida esta metodologia ativa dentro da perspectiva construtivista.

2.1 MUDANÇAS NO ENSINO E OS ALUNOS DO SÉCULO XXI

2.1.1 As transformações na sociedade e na educação

As mudanças que se observa no mundo contemporâneo nos fazem refletir sobre como elas impactam e transformam a vida das pessoas e das organizações. Vivemos em uma sociedade que se encontra em constante revolução tecnológica e o resultado desta revolução são as mudanças que ocorrem em todas as áreas que a envolvem esta sociedade como um todo, ou seja, no modo de vida, política, economia, educação e que exigem a necessidade de adaptação de todos.

Uma das principais características observadas na atual sociedade é que o conhecimento passou a ter uma elevada importância e vem ganhando cada vez mais espaço. O recurso econômico básico não é mais o capital, nem os recursos naturais ou tão pouco a mão de obra, mas sim o conhecimento que foi facilitado pelo significativo desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação que através de novas formas de acesso proporcionou a distribuição do conhecimento (COUTINHO; LISBÔA, 2011).

É nesse contexto que surge a denominação “Sociedade da Informação” fundamentada por autores como Postman (1992), Levy (1996), Castells (2002), entre outros. Castells (2002) destaca as principais características da Sociedade da Informação, denominada também de Sociedade Pós-Industrial:

- a) a informação é a sua matéria-prima: a informação e a tecnologia estão intrinsecamente ligadas, ou seja, são complementares;

- b) capacidade de adentrar nas novas tecnologias: refere-se à capacidade de influência que a tecnologia pode exercer na sociedade tanto de forma política como econômica;
- c) lógica de redes: as tecnologias facilitam a interação entre as pessoas sendo que podem ser implementadas em qualquer tipo de processo ou organização. Essa característica é preeminente neste modelo de sociedade;
- d) flexibilidade: refere-se a alta capacidade de reconfiguração, alteração ou reorganização das informações;
- e) convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado: os utilizadores têm a possibilidade de contribuir exercendo um papel ativo na produção do conhecimento devido ao processo contínuo de convergência entre os diferentes campos tecnológicos.

Analisando estas características, pode-se perceber que apesar da elevada importância das tecnologias da informação e comunicação (TIC) nessa sociedade o que de fato é irrelevante são as possibilidades de interação que elas proporcionam através de uma cultura digital.

No final da década de 90, surgiu o termo “Sociedade do Conhecimento” que seria uma designação mais ampla da concepção de “Sociedade da Informação”, já que levaria em consideração não apenas conceitos econômicos ou inovação tecnológica, incluiria também uma transformação social, cultural e institucional, em uma perspectiva mais pluralista de desenvolvimento. Além disso, o termo “Sociedade do Conhecimento” expressa um significado mais apropriado ao dinamismo das mudanças que estão ocorrendo (BURCH, 2005).

No entanto, apesar de informação e conhecimento estarem relacionados entre si, existe uma importante distinção entre eles. De acordo com Rezende e Abreu (2000, p. 60):

Informação é todo o dado trabalhado, útil, tratado, com valor significativo atribuído ou agregado a ele, e com um sentido natural e lógico para quem usa a informação. O dado é entendido como um elemento da informação, um conjunto de letras, números ou dígitos, que, tomado isoladamente, não transmite nenhum conhecimento, ou seja, não contém um significado claro. Quando a informação é “trabalhada” por pessoas e pelos recursos computacionais, possibilitando a geração de cenários, simulações e oportunidades, pode ser chamada de conhecimento. O conceito de conhecimento complementa o de informação com valor relevante e de propósito definido.

Portanto, a informação pode ser considerada a base do conhecimento, mas este só ocorre quando o ser humano consegue desenvolver uma competência reflexiva perante a informação recebida e ainda relacioná-la com outras informações pré-existentes criando assim uma rede de significações que se interiorizam.

Já autores como Pozo (2004), Hargreaves (2003) e Fabela (2005) defendem que o termo mais apropriado para designar a atual sociedade é “Sociedade da Aprendizagem”, onde a pluralidade de atores contribui para que haja a construção do conhecimento de forma partilhada, em uma perspectiva contínua e processual, quer a nível individual ou coletivo, e em todos os domínios da sociedade (FABELA, 2005). Nesse tipo de sociedade, vê-se, como questão primordial, a possibilidade de os indivíduos desenvolverem competências e habilidades que viabilizem o exercício da sua criatividade, pautados pelos seus anseios e necessidades.

Para Pozo (2004), vivemos em uma sociedade na qual aprender não é apenas uma exigência social crescente como também uma via indispensável para o desenvolvimento pessoal, cultural e econômico dos cidadãos. A sociedade exige que um número maior de pessoas aprenda cada vez mais coisas, porém que as aprendam de maneiras diversas, em um âmbito de uma nova cultura de aprendizagem e de uma nova forma de gerir o conhecimento. Contudo, o autor aponta para o fato de que se vive em um paradoxo: “cada vez se aprende mais, porém cada vez se fracassa mais na tentativa de aprender” (POZO, 2004, p. 34). Este fato pode ser comprovado por dados estatísticos que apontam para os baixos índices de aprendizagem dos estudantes, ou ainda a constatação de que os alunos apresentam grande facilidade no manuseio de mídias sociais ou jogos eletrônicos, porém apresentam, em igual proporção, dificuldades quando o uso das tecnologias é voltado para fins educacionais.

Nesse contexto, o questionamento é: de que forma esta transformação da sociedade afeta a educação e quais são suas implicações pedagógicas?

Devido a velocidade de transformação da atual sociedade, é inevitável a necessidade de refletir sobre os objetivos e a função social da escola. Esta, como espaço de aprendizagem, precisa ver nas TIC uma parceira para a criação de modelos de interação e construção colaborativa do conhecimento.

A educação tradicional, que privilegia apenas a transmissão de conhecimento por parte do professor e confina este conhecimento às paredes de sala de aula, está perdendo espaço, visto que ignora que a sociedade do conhecimento é baseada em

competências cognitivas, pessoais e sociais (MORAN, 2008). Com a Internet e sua ampla rede de informações, é possível ter acesso à informação a qualquer hora e em qualquer lugar, interagindo com diversos ambientes e pessoas.

Dessa maneira, deve haver uma mudança no sentido de que possam ser desenvolvidos ambientes de aprendizagem nos quais os alunos realizem atividades que possam estimular a construção do seu conhecimento. Para tal, são necessárias transformações estruturais no sistema educacional e na forma como os conhecimentos são trabalhados em sala de aula.

Na visão de Moran (2008), muitas formas de ensinar que eram consideradas eficientes anos atrás, não se justificam atualmente, pois o professor não é mais o único instrumento de acesso à informação, o que provoca desmotivação em professores e estudantes que acreditam serem formas ultrapassadas de ensino.

Pode-se observar a ineficácia dessa forma de educação ao analisar-se os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) que, após sua última avaliação, realizada em 2017, aponta que, em matemática, 72% dos alunos têm nível insuficiente de aprendizado. Desses, 23% estão no nível 0¹, o mais baixo da escala de proficiência. Em português, 71% dos alunos têm nível insuficiente de aprendizado, sendo que 24% estão no nível zero, o mais baixo (FAJARDO, FOREQUE, 2018).

Contudo, se por um lado é possível observar este quadro não muito animador, que apontam erros e fracassos no ensino, por outro constata-se que avanços consideráveis estão acontecendo e que existem experiências interessantes sendo realizadas por professores empenhados em promover um ensino-aprendizagem de melhor qualidade mesmo perante todas as dificuldades que se apresentam. As escolas estão procurando desenvolver projetos criativos utilizando as TDIC como elemento de mediação da aprendizagem e buscando qualificação para os docentes. Pode-se constatar este fato ao analisar os trabalhos apresentados no último Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), realizado na cidade de Lajeado na Universidade do Vale do Taquari. Foram apresentados neste evento mais de 50 trabalhos que apresentavam práticas pedagógicas voltadas a educação básica sendo que destes, 10 envolviam especificamente práticas

¹ O Ministério da Educação (MEC) classificou os níveis de proficiência que estão organizados em uma escala de 0 a 9 - quanto menor o número, pior o resultado. Níveis de 0 a 3 são considerados insuficientes; entre 4 e 6 os alunos têm nível de conhecimento básico; e a partir de 7 até 9, adequado (FAJARDO, FOREQUE, 2018).

relacionadas às tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), citando apenas um exemplo regional dentre as mais variadas práticas desenvolvidas em todo país.

Nesse contexto, acredita-se que as formas tradicionais de ensino podem ser consideradas uma das metodologias que podem ser utilizadas, dependendo do contexto educacional em que o docente se encontra, contudo não a única. O docente que baseia toda a sua prática apenas na transmissão de informações está ultrapassado, visto que houve uma mudança na velocidade com que estas chegam aos alunos. Portanto, é preciso criar espaços para que estas informações se transformem em aprendizagem e, assim, possam possibilitar o aluno a refletir, criar hipóteses e discutir, e uma das possíveis formas para que isso venha a ocorrer é através da resolução de problemas aliadas as TDIC.

2.1.2 O perfil dos alunos no século XXI

Em meio a todo este processo de mudanças e desenvolvimento tecnológico, encontra-se uma nova geração de estudantes. Esta geração, chamada de Geração Y, para os nascidos até o ano 2002, e Geração Z, para os nascidos após este ano, possuem características fundamentais para que se compreenda seu comportamento, tais como: a facilidade no uso de novidades tecnológicas, a dificuldade em manter a atenção em algo, a confiança em sua habilidade de fazer várias coisas ao mesmo tempo, a saturação de informações e a crença de que sabem tudo (PRADO, 2015).

No entanto, para compreender o perfil desses alunos, não basta observar que eles usam muito seus celulares e que participam fervorosamente de redes sociais. Para que se possa elaborar práticas que busquem a inclusão desses alunos nas atividades escolares e que possam possibilitar uma melhor aprendizagem, é preciso ter um conhecimento mais profundo de como é a relação desses com as tecnologias.

De acordo com Carlson (2005), em seu artigo "*The Net Generation in the Classroom*", os jovens dessa geração, apesar de astutos, são impacientes esperando sempre resultados imediatos. Além disso, sentem-se mais confortáveis com a diversidade do que com o tradicional, devido ao fato de nascerem em uma época em que o sistema tradicional está ruindo. Essas características influenciam

diretamente na forma como eles se relacionam com a educação, buscando uma maneira de misturá-la com o lazer e rejeitando formas engessadas de ensino (CARLSON, 2005).

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018) revela alguns dados importantes para se compreender a relação dos jovens com as tecnologias, como por exemplo: 97% dos brasileiros com idade superior a 10 anos acessam a internet por meio do telefone celular. O grupo que apresenta maior porcentagem de acesso à internet é aquele da faixa etária de 18 a 19 anos (88,1%), seguido do grupo de faixa etária de 14 a 17 anos (84,9%). O fato de o celular ser o principal meio de acesso à Internet se explica, já que este permite um acesso rápido e fácil, características importantes para esta geração (IBGE, 2018).

Outro fator apontado pela pesquisa é de que forma estes jovens utilizam seu tempo na Internet, segundo esta, o maior acesso é em redes sociais e outras formas de comunicação, como mensagens de texto, voz ou imagem (95,5%). Em segundo lugar aparecem conversas por chamada de voz ou vídeo (83,8%), em terceiro, atividades de lazer como assistir filmes e séries (81,8%) e por último enviar ou receber e-mails (66,1%) (IBGE, 2018).

Além disso, percebe-se que os jovens apreciam a comunicação com seus professores através de redes sociais, valorizando a sua disponibilidade para orientar e tirar dúvidas. Ainda, grande parte deles concorda que a Internet é uma fonte de conhecimentos complementares, sendo que nela, na maioria das vezes, obtiveram informações úteis para sua vida escolar ou profissional que muitas vezes não são discutidas na escola ou na faculdade. Dessa forma, conclui-se que, para o jovem brasileiro, a Internet é utilizada como ferramenta complementar ao seu aprendizado escolar, apoiando sua rotina e ultrapassando os conhecimentos desenvolvidos nos estabelecimentos de ensino (IBGE, 2018).

No entanto, é comum o jovem não demonstrar grande empolgação frente a uma atividade educacional que inclua o uso da tecnologia, apesar de fazer uso das TDIC no seu cotidiano. Salatino (2014), em sua dissertação de mestrado, pesquisou a relação de alunos das classes populares com o uso do celular, as redes sociais e a escola, onde observou três turmas do E.M. de um colégio da periferia da cidade de São Paulo durante um ano letivo. O autor aplicou questionários e observou os estudantes em diversos ambientes além da sala de aula, como, por exemplo, o pátio no horário do recreio, bem como o intervalo entre as aulas e os horários de entrada

e saída. Nos seus estudos, concluiu que os alunos não utilizam a tecnologia para construir relações com o que foi discutido em aula, mas sim para se ausentarem desse universo. Isso se explica devido ao fato de que grande parte destes jovens não compreende o ensino em instituições escolares como meio de ascensão social, não vendo perspectiva nos seus estudos.

Por conseguinte, esses jovens não conseguem compreender o potencial que as tecnologias possuem para auxiliar na aprendizagem. É neste momento que o papel da escola e do professor se torna primordial, já que cabe a eles fornecer meios para que os estudantes consigam mensurar as reais possibilidades que a tecnologia possui como ferramenta no seu processo de ensino-aprendizagem.

2.1.3 Resignificando o papel da escola e do professor

Face a esta realidade, não resta dúvidas do quão necessária é a mudança de postura da escola e dos professores perante a nova geração. O desafio imposto à escola, por esta nova sociedade, é complexo, visto que ela deve ser capaz de desenvolver, nos estudantes, competências para participar e interagir em um mundo global, altamente competitivo, que valoriza o ser flexível, criativo e capaz de encontrar soluções inovadoras para os problemas de amanhã, ou seja, a capacidade de compreender que a aprendizagem não é um processo estático, porém algo que deve acontecer ao longo de toda a vida (COUTINHO; LISBOA, 2011).

De acordo com Pozo e Postigo (2000), uma das contribuições mais importantes que a escola e os docentes podem oferecer é preparar os alunos para esses novos desafios, ou seja, ensinar a gerir o conhecimento. Para tanto, os autores descrevem cinco tipos de capacidades, essenciais ao sucesso em uma sociedade informatizada, que possibilitam essa gestão de conhecimento: competências para a aquisição de informação; competências para a interpretação da informação; competências para a análise da informação; competências para a compreensão da informação; e competências para a comunicação da informação. Essa valorização do conhecimento demanda uma nova postura de todos os agentes envolvidos na educação, especialmente do professor.

Com essa nova postura, o papel do professor se transforma e suas atribuições ganham novos sentidos. Para o pesquisador Moran (2014), em entrevista ao jornal Correio Brasiliense, estes novos papéis são:

O papel do professor é mais o de curador e de orientador. Curador que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem o que procuram. Curador, no sentido também de cuidador: ele é atento a cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza e inspira. Orienta a classe, os grupos e cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (ministrar aprendizagens múltiplas e complexas). Isso exige profissionais mais bem preparados, remunerados, valorizados.

Dessa forma, pode-se constatar que o papel do professor se torna muito mais amplo e complexo, pois deixa de ser aquele que apenas informa para ser aquele que transforma, supervisiona e auxilia na construção do conhecimento dialogando com seu aluno, e, dessa forma, ajuda-o a converter a enorme quantidade de informações que ele adquire em conhecimento aplicável à resolução de problemas do seu interesse. Para tanto, cabe ao professor conhecer seus alunos, incentivar a reflexão crítica e permitir que eles passem a identificar as próprias dificuldades, buscando meios de solucioná-las (VALENTE, 2001).

Ainda, é preciso que o professor incentive as relações sociais, de modo que os alunos possam trabalhar em grupos, auxiliando uns aos outros, mantendo o seu interesse em buscar novos conceitos e estratégias. Deverá incentivar o processo de melhorias contínuas e ter consciência que a construção do conhecimento acontece por meio do processo de refinar o conhecimento que o aluno já possui.

Nesse contexto, é imprescindível que os educadores procurem entender essa nova estrutura da educação e da postura dos discentes, para que, assim, seja possível elaborar práticas que busquem compreender todos os tópicos discutidos até então. Sabe-se que do grande desafio que isso implica e que não existe uma receita para tal, dado que depende de diversos fatores políticos, econômicos e sociais. Contudo, é importante o docente praticar o constante questionamento e reflexão sobre suas práticas, para que, dessa forma, consiga aprimorar a efetividade de sua atuação em um novo ambiente de aprendizagem.

Ainda, acredita-se que o caminho para que haja todas estas transformações descritas acima passa, impreterivelmente, pela formação inicial e continuada dos docentes incluindo as TDIC como um conteúdo a ser desenvolvido. Pouco ou nada adianta equipar as escolas com as mais variadas tecnologias se o principal agente envolvido no processo, o professor, não obter o conhecimento necessário para trabalhar com elas. A grande maioria dos docentes alega ter vontade de inovar sua prática pedagógica, porém sente-se inseguro perante as TIC. Prensky (2001) os

considera “imigrantes digitais”, dado que, em sua maioria, não nasceram no mundo digital e tiveram que se adaptar a ele.

Dessa forma, concorda-se com Kripka, Viali e Lahm (2016) quando afirma que a formação de professores deve “possibilitar o contato com novas formas de ensinar e de aprender, acompanhando as constantes transformações da sociedade em que vivemos”. Portanto, é preciso que os governos invistam na qualificação dos professores para que haja uma melhor qualidade no processo educativo e na capacidade de criticidade dos docentes.

2.1.4 Dificuldades no ensino e aprendizagem em Química

A aprendizagem é vista como um processo que se desenvolve em um vínculo que se dá entre quem ensina e quem aprende. Esse processo inicia-se quando o indivíduo nasce, com seus primeiros mestres, e continua ao longo da vida, com aquelas pessoas que intervêm na sua história e lhes transmitem informações significativas. A aprendizagem é uma teia tecida conjuntamente pelas mãos de quem ensina e de quem aprende, cujo fios condutores deste fenômeno correspondem ao organismo, à inteligência, ao desejo e ao corpo. É no jogo complexo e dinâmico destes fios que se constrói ou não o processo de aprender (VYGOTSKY, 2002).

Portanto, ensinar não constitui uma tarefa fácil, especialmente em se tratando de disciplinas como a Química que exige habilidades como decodificar símbolos, interpretar modelos, compreender os processos de interação entre as substâncias e conhecimentos matemáticos. Ainda, existe uma certa mistificação a respeito das dificuldades dessa disciplina, ou seja, a maioria dos alunos tem uma visão errada sobre ela, acredita-se que pelo fato de exigir um certo grau de abstração e maior concentração na resolução dos problemas.

Existem diversas formas de analisar as dificuldades de aprendizagem, os médicos consideram-na em uma perspectiva neurológica e bioneurológica; já na visão dos psicólogos e pedagogos, ela implica uma multiplicidade de fatores do tipo pedagógico, psicológico, sociológico e cultural. Essa multiplicidade de olhares sobre as dificuldades de aprendizagem, no intuito de facilitar a sua compreensão, tornar-se um verdadeiro obstáculo para todos os agentes envolvidos na educação,

especialmente para o professor, devido ao extenso número de possibilidades a serem cogitadas.

Abordando as dificuldades de aprendizagem no contexto específico do ensino de Química, elenca-se alguns dos principais problemas expostos na literatura, tais como: a) ausência de base matemática; b) complexidade dos conteúdos; c) metodologia dos professores; d) déficit de atenção; e e) dificuldades de interpretação (MELO; SANTOS, 2012).

Das três etapas do ensino médio que abordam a disciplina de Química, aquela em que os alunos apresentam maiores dificuldades é a 2ª Série do E.M. Grande parte dos estudantes apresenta sérios problemas em compreender as reações químicas, relacionar grandezas, interpretar enunciados e desenvolver/realizar cálculos. O ensino torna-se um grande desafio, já que é complicado para o docente identificar o tipo de dificuldade que cada estudante apresenta, posto que, alguns expressam-se de forma mais clara e expõe suas dúvidas, porém, vários por medo ou vergonha não o fazem. Além disso, muitos estudantes não conseguem compreender a importância em entender os conceitos químicos, dado que, na sua percepção, não encontram sentido em estudar algo que não vai ser utilizado em sua futura profissão.

Ainda, de acordo com Gaspar (2005, p. 23), “a pesquisa atual em ensino de Química mostra que os obstáculos à aprendizagem de conceitos científicos escolares não residem apenas na falta de estruturas lógicas mentais”. Tais obstáculos podem ser originados no fato dos estudantes já possuírem conhecimentos prévios a respeito de ensino. Dessa forma, é importante considerá-los, pois eles são anteriores aos conteúdos ensinados na escola. Conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), o aprendizado em Química é afetado por um conhecimento externo a seu ensino, sendo denominado de “cultura primeira”, ao qual relaciona os conhecimentos prévios oriundos de situações que não se enquadram na organização escolar, porém estão presentes em relações sociais externas a ela.

Nesse sentido, acredita-se que um possível caminho para ultrapassar os obstáculos descritos acima é que o ensino de Química deve discutir assuntos que possam trazer o conhecimento intrínseco do aluno, explorando conceitos relacionados a temas da atualidade expostos na forma de textos, imagens e vídeos, ou mesmo sobre situações presentes no cotidiano dos estudantes. Portanto, faz-se

necessário o desenvolvimento de metodologias que possam atuar como mediadoras para que o aluno possa associar seus conhecimentos prévios a novas informações. Além disso, o professor deve procurar formas para que o aluno compreenda que o conhecimento químico possibilita fazer uma leitura diferente de mundo, permitindo que os indivíduos se integrem à sociedade de forma mais ativa e consciente (CHASSOT, 1993).

Assim, frente a todos os aspectos discutidos até o momento, acredita-se que uma possível alternativa para promover mudanças no ensino-aprendizagem em Química é a utilização de práticas que proporcionem um aprendizado mais ativo, desenvolvendo capacidades como autonomia intelectual, trabalhos colaborativos e construção de conhecimentos a partir de fatos concretos, ou seja a utilização das Metodologias Ativas de Ensino.

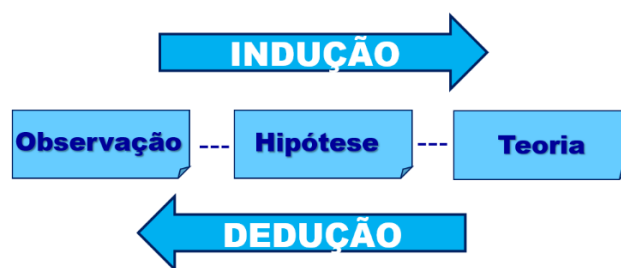
2.2 AS METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM: UM NOVO CONCEITO DE ENSINO

2.2.1 Fundamentação teórica e concepção histórica das Metodologias Ativas

Aprende-se ativamente desde o nascimento e ao longo de toda a vida, compreendendo conceitos, desvendando fatos e enfrentando desafios nos campos pessoal, social e profissional. Esse aprendizado amplia a percepção, o conhecimento e a competência para as futuras escolhas. Segundo Moran (2017, p. 42), “a vida é um processo de aprendizagem ativa de enfrentamento de desafios cada vez mais complexos”.

A aprendizagem pode se dar de duas formas: Processo Indutivo e Processo Dedutivo. O primeiro ocorre a partir de situações concretas, que progressivamente consegue-se ampliar e generalizar. Já o segundo se dá a partir de ideias ou teorias que se ouve ou lê para depois testá-las e aplicá-las. Na educação da maioria das escolas brasileiras, a aprendizagem ainda se dá através do processo dedutivo, o qual não se considera descartável, afinal é importante aprender a escutar, contudo, acredita-se que uma aprendizagem que enfatiza a discussão e o questionamento seja mais relevante para uma compreensão mais ampla e profunda, visto que provocam a reflexão e a criação de hipóteses, para depois haver o desenvolvimento da teoria, instigando os alunos a comprovar algo por meio de experiências (MORAN; BACICH, 2017).

Figura 1 - Caminhos dos processos de Indução e Dedução



Fonte: Da autora (2020).

Assim sendo, acredita-se que o maior incentivador da aprendizagem é o interesse, sem ele dificilmente o indivíduo consegue desenvolver habilidades que lhe permitam compreender conceitos. Diversos pesquisadores em educação (AUSUBEL *et al.*, 1980; BRUNER, 1976; DEWEY, 1950; FREIRE, 1996; PIAGET, 2006; ROGERS, 1973; VYGOTSKY, 1998; etc.), citados por Moran e Bacich (2017), têm buscado explicar como cada sujeito aprende de forma ativa, a partir do contexto em que se encontra e do que lhe é significativo e próximo ao nível de habilidades que possui. Esses autores discutem o modelo de aprendizagem dedutivo e questionam a forma de avaliação uniforme para todos os estudantes.

As pesquisas atuais da neurociência apontam para o fato de que cada pessoa aprende de forma diferente e apenas o que é de seu interesse. De acordo com os pesquisadores da Universidade da Califórnia, Margaret Wilson e Thomas Wilson, citados por Brockington e Moreira (2017), existem no cérebro diversos “osciladores”, os quais seriam a chave para o processo de interação entre as pessoas. Eles estão ligados a uma série de processos cognitivos, como a percepção, o controle motor e a atenção. Para esses pesquisadores, durante uma interação social (como em um diálogo), vários osciladores no cérebro da pessoa que ouve têm sua frequência de atividade afetada por alguns dos osciladores do cérebro da pessoa que fala. E, nessa interação oscilatória, os dois cérebros se sincronizam. Existe uma nova técnica chamada de *Hyperscanning*², onde é possível registrar as atividades neurais

² *Hyperscanning* é um método pelo qual vários indivíduos, cada um em um scanner de ressonância magnética separado, podem interagir uns com os outros enquanto seus cérebros são simultaneamente escaneados. A tecnologia *hyperscanning* permite o estudo das respostas cerebrais subjacentes às interações sociais importantes. A técnica foi desenvolvida por Read Montague da Virginia Tech nos últimos oito anos e já passou por extensos testes preliminares. O desenvolvimento do software *Hyperscan* foi realizado no Baylor College of Medicine, sob a direção do Dr. Montag (BROCKINGTON; MOREIRA, 2017).

entre múltiplos sujeitos durante as interações sociais. Em uma pesquisa recente, a pesquisadora Suzanne Dikker, da Universidade de Nova York, e colaboradores de outras instituições, como o Instituto de Linguística da Universidade de Utrecht e o Instituto Max Planck, citados por Brockington e Moreira (2017), investigaram o sincronismo entre os cérebros de estudantes em uma sala de aula real. As medidas foram tomadas enquanto os alunos faziam diferentes atividades escolares, como assistir ao professor explicando um determinado conteúdo, ver vídeos sobre o tema e participar de discussões em grupo. Os resultados da pesquisa apontaram que a maior sincronicidade do cérebro se dava no momento em que os estudantes estavam engajados em discussão (BROCKINGTON; MOREIRA, 2017).

Nesse contexto, as Metodologias Ativas podem ser consideradas ponto de partida para progredir em processo mais complexos de reflexão, de interação cognitiva, de generalização e de elaboração de novas práticas. Para tal, é necessário que elas estejam aliadas às TDIC e, assim, envolver os estudantes em atividades mais complexas que proporcionem tomar decisões e avaliar resultados (MORAN, 2014). A Base Nacional Comum Curricular traz em seu texto cerca de 128 habilidades com menção explícita a tecnologia e também ao uso de metodologias ativas:

Compreender, utilizar e **criar tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)**, de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, **produzir conhecimento, resolver problemas, e exercer protagonismo e autoria** na vida social e coletiva (BRASIL, 2018, p. 65, grifo nosso).

Não obstante, as discussões acerca das Metodologias Ativas de ensino não são recentes; surgiram na Europa por volta do séc. XIX, com o movimento renovador denominado Escola Nova, Escola Ativa ou Progressista, cujos pesquisadores Willian James, Jhon Dewey e Édouard Claperède defendiam uma metodologia de ensino centrada na aprendizagem pela experiência e no desenvolvimento da autonomia do aprendiz (MORAN; BACICH, 2017). Esse movimento era norteado pelos seguintes princípios:

A preconização do direito de todos à educação a ser garantido com a inclusão das classes menos favorecidas no sistema escolar - direito que expressou, de um lado, a crença numa sociedade igualitária, mais justa e

humanizada e, de outro, a crença na educação como meio eficaz de acelerar o surgimento dessa sociedade (NAVES, 2010, p. 458).

As ideias revolucionárias do Escola Nova surgiram em um período de grande desenvolvimento industrial, resultantes de transformações econômicas, políticas, sociais e ideológicas na Europa. O movimento questionava o modelo da escola tradicional, o qual não prezava a educação popular e tão pouco o papel político da escola, devido ao seu cunho autoritário. Contrário a esses princípios, a Escola Nova de John Dewey³, um dos seus principais representantes, priorizava o “aprender fazendo” e propunha uma educação estendida como processo de reconstrução e reorganização da experiência pelo aprendiz, orientada pelos princípios de iniciativa, originalidade e cooperação (ALMEIDA; VALENTE, 2012).

Outro pesquisador que contribuiu com novas ideias para a educação neste período foi o psicólogo e filósofo suíço Jean Piaget, que realizou a análise de métodos e técnicas de ensino criticando a escola tradicional e apresentando argumentos favoráveis aos métodos ativos. Em suas teorias, considerou como relevante o envolvimento do estudante no processo de aprendizagem e defendeu que o aprendizado ocorre a partir de um maior desenvolvimento da autonomia. Acreditava que o indivíduo deve participar de forma ativa, relacionando o conhecimento prévio que possui ao enfrentamento com o mundo real, para que assim se desenvolvesse novas estruturas de pensamento e, conseqüentemente, novos conhecimentos (NAVES, 2010).

No Brasil, as concepções da Escola Nova começaram a se desenvolver lentamente a partir da década de 20 e de forma mais efetiva a partir de 1930 com a criação do ministério da Educação e Saúde Pública (VASCONCELOS, 1996). Diferente do que ocorreu em outros países, os conceitos do movimento começaram a ser desenvolvidos em escolas públicas para depois ser incorporado por instituições privadas. O movimento ganhou força com a divulgação do “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova” e foi elaborado por Fernando de Azevedo⁴ e

³ John Dewey nasceu nos Estados Unidos em 1859, tornou-se educador com 20 anos idade, doutorou-se em Filosofia em 1882. Foi professor no período de 1904 a 1931 na Universidade de Colúmbia em Nova York. É um dos principais representantes do pragmatismo norte-americano. Criou uma universidade exílio para acolher estudantes perseguidos pelo regime totalitário (ALMEIDA; VALENTE, 2012).

⁴ Fernando de Azevedo nasceu em São Gonçalo do Sapucaí, Minas Gerais, no dia 2 de abril de 1894. Graduado em Direito pela Faculdade de Direito de São Paulo, dedicou-se ao magistério. Foi professor de Sociologia no Instituto Caetano de Campos e mais tarde no Instituto de Educação da Universidade de São Paulo. Foi um dos expoentes do movimento da Escola Nova e participou

outros 26 intelectuais da época, durante o governo provisório de Getúlio Vargas, nele defendia-se uma educação voltada para todos, sem discriminação de classe social. Apesar de todas as dificuldades enfrentadas para implementação do movimento nas escolas públicas, a ideia difundiu-se amplamente na mente dos educadores, porém havia muita resistência aos novos princípios, especialmente por parte da Igreja Católica que temia perder seu poder de influência na sociedade.

Dessa maneira, o movimento da Escola Nova não conseguiu modificar o sistema educacional da escola pública, já que seus custos eram mais elevados do que os da escola tradicional, o que ocasionou o desenvolvimento de uma educação de qualidade apenas para poucos privilegiados. Dessa forma, o movimento não se consolidou efetivamente como sistema de ensino devido a questões políticas, especialmente com a instauração do regime militar, em 1964, que prezava por um ensino tecnicista, voltado para desenvolver profissionais qualificados para atender a demanda social, tendência esta que infelizmente perdura até os dias atuais (LIBÂNEO, 2006).

Face ao exposto, entende-se que essa nova concepção de educação propiciou vários estudos que suscitaram no desenvolvimento de novas correntes teóricas e, conseqüentemente, novas formas de ensinar e aprender, dando, assim, possibilidades ao que se denominou como Metodologias Ativas de Aprendizagem.

Em seu entendimento, Mitre *et al.* (2008) destacam que as Metodologias Ativas estão embasadas no princípio da autonomia do estudante, onde o ato de ensinar respeite a dignidade do sujeito e manifeste-se na relação dialética do professor e do estudante e no conhecimento mútuo. O desenvolvimento da aprendizagem significativa envolve autoiniciativa e é através da problematização que o estudante poderá se sentir estimulado, dado que, diante do problema, ele reflete e relaciona sua história e, dessa forma, atribui novos significados aos seus conhecimentos.

Já na visão de Moran (2017, p. 35), as Metodologias Ativas são “estratégias de ensino centradas na participação dos estudantes e na construção do processo de aprendizagem de forma flexível, interligada e híbrida”. Dessa forma, o aluno interage com o assunto em estudo, ouvindo, falando, perguntando, fazendo e ensinando,

sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor.

Existem definições para as Metodologias Ativas abordadas por pesquisadores na área da saúde, como, por exemplo, Bastos (2006) e Cecy, Oliveira e Costa (2013), como sendo processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar uma possível solução para um problema, um caso, ou construir e executar um projeto.

Nesse sentido, Berbel (2011, p. 29), define que:

[...] as Metodologias Ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos.

Ao examinar-se as definições discutidas acima, pode-se constatar que os autores apresentam concepções diferenciadas sobre a temática. Mitre et al. (2008) apresentam as Metodologias Ativas sob uma perspectiva freiriana, associadas ao diálogo e à autonomia; Moran (2017) coloca o estudante no centro do processo e apresenta a motivação como sendo um elemento fundamental na aprendizagem; Bastos (2006) e Cecy, Oliveira e Costa (2013) trazem o conhecimento desenvolvido na interação como o elemento principal para a solução de problemas. E, por fim, Berbel (2011) apresenta a importância de desenvolver o processo de aprender e coloca como finalidade, das Metodologias Ativas, a prática social.

No entanto, apesar dos olhares diferenciados que cada pesquisador apresenta sobre a temática, compreende-se que os princípios que a sustentam são comuns a todos, ou seja, o estudante assume um papel ativo no processo de aprendizagem, a problematização é uma das principais metodologias consideradas, o diálogo está presente na interação, na relação entre professores e alunos, e os procedimentos adotados visam desenvolver a autonomia do estudante.

2.2.2 Modelos de Metodologias Ativas

Existem inúmeras possibilidades de Metodologias Ativas com potencial de levar os alunos à aprendizagem para a autonomia, ajudando-os a assumir uma maior responsabilidade pelo seu aprendizado. Nos próximos tópicos, discutir-se-ão,

brevemente, cada uma delas e será dada ênfase à metodologia proposta pela Sala de Aula Invertida, foco desta pesquisa.

2.2.2.1 Método ou estudo de caso

O Método ou Estudo de caso é uma estratégia de ensino baseada na apresentação de situações verídicas ou não com o intuito de levar os alunos a refletirem sobre quais possíveis caminhos irão tomar para solucionar o problema que lhes foi apresentado. Essa metodologia é muito utilizada nas áreas da Medicina, Direito e Economia (PONTE, 2006), porém pouco empregada no âmbito do ensino de Química.

Seu desenvolvimento se deu na faculdade de Direito de Harvard, há mais de um século, e envolve etapas pré-classe de leituras prévias dos alunos e de preparação do caso pelo professor. Em aula ocorre atividades de exposição do caso pelo professor e discussão dos alunos com orientação do docente. Um estudo de caso pode ter um profundo alcance analítico, interrogando a situação, confrontando-a com outras situações já conhecidas e com as teorias existentes, podendo, assim, ajudar a gerar novas teorias e novas questões para futura investigação (PONTE, 2006).

2.2.2.2 Aprendizagem baseada em problemas

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL⁵) surgiu da década de 60, onde foi desenvolvida na escola de Medicina da Universidade Mac Master, no Canadá e na Maastricht na Holanda. A universidade de Medicina de Harvard aderiu ao método em 1984, propondo que este fosse utilizado em paralelo ao currículo tradicional. Além disso, também é utilizada em outras áreas do conhecimento, como Administração, Arquitetura, Engenharias e Computação (MORAN, 2017). No Brasil, as primeiras instituições a aplicarem os princípios da PBL foram a Faculdade de Medicina de Marília (Famenta/SP), em 1997, e a Universidade Estadual de Londrina (UEL/PR), em 1998 (SIMAS; VASCONCELOS, 2010).

⁵ Do inglês *Problem Based Learning*. Alguns autores abreviam como ABP, contudo, dessa forma, fica difícil de distingui-la da Aprendizagem Baseada em Projetos que teria a mesma abreviação.

O objetivo principal da PBL é a pesquisa para as diversas causas possíveis para um problema, sendo uma abordagem que direciona toda uma organização curricular e envolve o todo corpo docente, administrativo e acadêmico em geral, definindo novos papéis para todos envolvidos nesse processo. Propõe uma matriz transdisciplinar, organizada por temas, competências e problemas diferentes, em níveis de complexidade crescente, onde os alunos deverão compreender e resolver de forma individual ou em grupo. Cada um dos temas de estudo é transformado em um problema a ser discutido em um grupo tutorial que funciona como apoio para os estudos (MORAN, 2017).

2.2.2.3 Aprendizagem baseada em projetos

Essa abordagem começou a surgir no século XX nos cursos de Medicina. Atualmente, as aplicações do conceito de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) são muito diferentes daqueles iniciais, já que as TIC se desenvolveram de forma veloz e hoje desempenham um papel decisivo nas concepções desta.

Esse modelo de ensino consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que considerem significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma cooperativa em busca de soluções (BENDER, 2014). Dessa forma, são trabalhadas suas habilidades de pensamento crítico e criativo e a percepção de que existem várias maneiras de se desenvolver uma mesma tarefa. Os alunos são avaliados conforme seu desempenho durante as atividades e na entrega dos projetos.

Através do ABP é possível momentos de reflexão, feedback, autoavaliação e avaliação aos pares, discussão com outros grupos e momentos para discutir possíveis melhorias de ideias. Desse modo, adota-se a concepção de aprendizagem colaborativa, baseada no trabalho em equipe. Os problemas discutidos são extraídos da realidade dos estudantes, observados por eles dentro da sua comunidade, ou seja, os alunos identificam o problema e buscam uma possível solução para resolvê-lo.

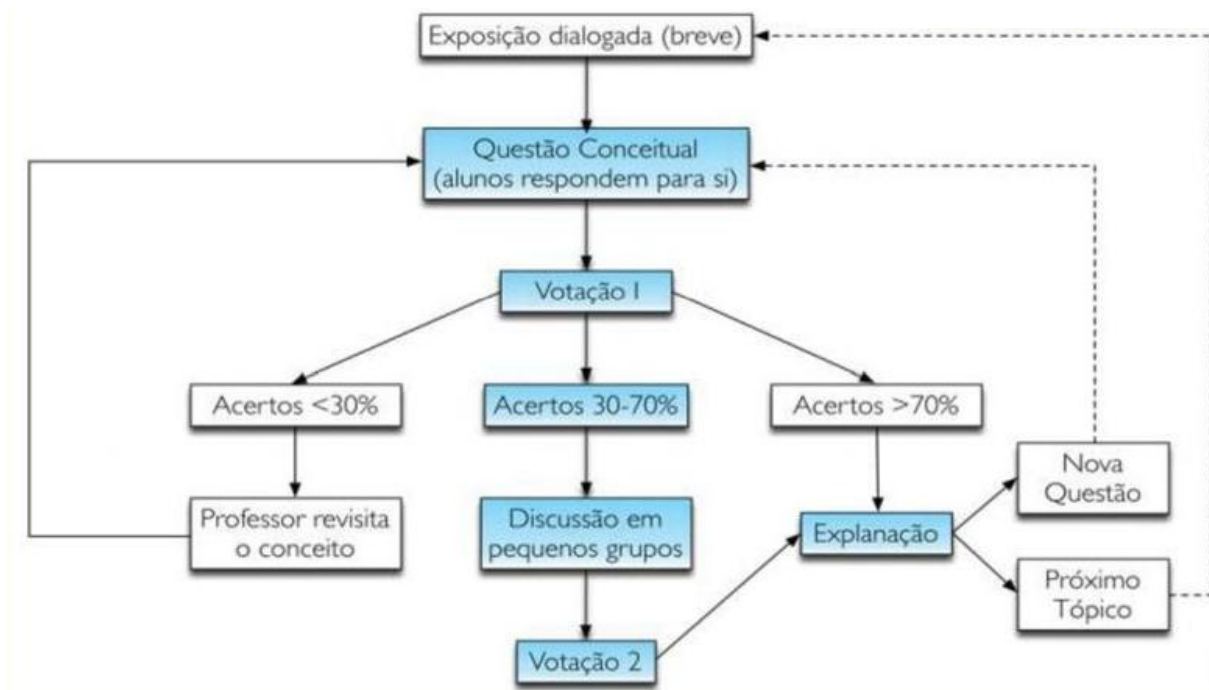
2.2.2.4 Aprendizagem aos pares

Também conhecida como *Peer Instruction* ou Instrução pelos colegas (IpC), é um método desenvolvido desde 1991 pelo professor Eric Mazur da Universidade de Harvard. Busca promover a aprendizagem com foco no questionamento, para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias a respeito do conteúdo do que escutando passivamente as explicações orais do professor (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Nessa metodologia, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais pelo docente, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem, primeiro individualmente e após em parceria com os colegas. Mais especificamente, o professor faz uma exposição oral de aproximadamente 15 minutos e, após, apresenta uma questão para ser resolvida de forma individual, que tem por objetivo averiguar a compreensão dos estudantes sobre o que acabou de ser discutido.

Dessa forma, o professor analisa as respostas dadas pelos discentes e, a partir delas, pode decidir qual será o próximo passo, como, por exemplo, se mais de 70% dos estudantes responderem à questão de forma correta, ele pode explicar a questão e reiniciar o processo de exposição dialogada e apresentar uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Caso o número de acertos fique em torno de 30 a 70%, o docente pode optar por pedir aos estudantes que formem grupos de 2 a 5 alunos que tenham diferentes repostas para questão e pedir que tentem convencer uns aos outros do porque a sua resposta seria a mais adequada. Após alguns minutos, o professor abre a discussão novamente e explica a resposta da questão. Caso ache necessário, o professor pode apresentar outra atividade sobre o mesmo tópico, caso contrário pode começar a explicação de um novo conceito. Se apenas 30% dos estudantes responderem à questão de forma correta, o mais indicado seria o professor revisar o conceito explicado, através de uma nova explanação, procurando uma nova forma de discuti-lo (ARAUJO; MAZUR, 2013). A Figura 2, a seguir, explicita o que foi discutido no texto acima.

Figura 2 - Processo de aprendizagem aos pares



Fonte: Araujo e Mazur (2013).

2.2.2.5 Aprendizagem sob medida

A Aprendizagem sob Medida⁶, também conhecida como *Just-in-time Teaching*, é um método desenvolvido por Gregor Novak e colaboradores, em 1999, que tem por objetivo ajustar a aula às necessidades dos alunos, diagnosticadas por meio da investigação das respostas dos alunos sobre determinado conteúdo momentos antes da aula (NOVAK *et al.*, 1999). Apesar de não ser tão conhecida como o IpC, essa metodologia tem se mostrado muito eficaz para o diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos e para estimular o hábito do estudo antes da aula. Dessa forma, o professor pode planejar suas aulas a partir do conhecimento das dificuldades dos seus alunos.

Essa metodologia de ensino se desenvolve em três etapas:

- a) exercício de aquecimento: consiste em uma atividade preparatória e anterior à aula. Esta pode se constituir em leituras de capítulos de livros ou artigos e após os discentes respondem a questões que são dispostas no Moodle ou enviadas via e-mail. Baseado nas respostas que recebe, o

⁶ Termo proposto por Araujo e Mazur (2013).

professor elabora a sua aula. Essa etapa tem como objetivos principais promover o pensamento crítico sobre as leituras feitas, introduzir o que será discutido em aula e estimular a habilidade de argumentação. A avaliação dessa etapa deve priorizar o esforço demonstrado ao elaborar o argumento;

- b) discussão em aula sobre a tarefa de leitura: o professor analisa as repostas dos seus alunos para poder elaborar uma aula sob medida que atenda às necessidades deles. Seleciona, então, algumas delas e traz para discussão em classe. É importante que o docente tome o cuidado de não constranger os estudantes, para tal, ele não deve revelar o autor das respostas e seu objetivo ao escolher determinadas repostas deve ser apenas o de iniciar o debate. Conhecendo antecipadamente as principais dificuldades dos estudantes, o professor tem a possibilidade de utilizar recursos instrucionais que auxiliem na sua explicação no momento em que as dúvidas surgirem;
- c) atividades em grupos envolvendo as atividades de leitura e a discussão em aula: para que ocorra engajamento e dedicação dos estudantes durante a aula, é essencial que haja mudanças nas atividades realizadas, como, por exemplo, exposições orais curtas, intercaladas com outras tarefas individuais ou colaborativas, exercícios de fixação, trabalhos no laboratório, etc. Isso permite ao aluno renovar a sua atenção a cada mudança e também praticar os novos conceitos estudados. Após as aulas, os alunos podem receber outros tipos de questões denominadas *purzzles* (quebra-cabeças) que são respondidas eletronicamente. Essas questões devem relacionar o conteúdo discutido em aula, porém devem também ter um caráter desafiador e inseridas em um contexto diferente. Com isso, o docente será capaz de avaliar se o estudante consegue aplicar o que aprendeu a novas situações (ARAUJO; MAZUR, 2013; NOVAK *et al.*, 1999).

2.3 A SALA DE AULA INVERTIDA: TRANSFORMAÇÕES DE TEMPO E ESPAÇO

2.3.1 Construindo o conceito de sala de aula invertida

Sala de Aula Invertida é a tradução para o português de um conceito utilizado para se referir a uma série de expressões em inglês, tais como *flipped classroom*, *flipped teaching*, *inverted classroom*, *reverse teaching* ou *flipping the classroom*. Na elaboração do presente trabalho, optou-se pelo uso do termo em português, Sala de Aula Invertida (SAI), proposto pelos professores norte-americanos Jonathan Bergmann e Aaron Sams (2012), pois sua definição é o que mais se aproxima da concepção teórica desta pesquisa.

Esse modelo de Metodologia Ativa originou-se a partir do ensino híbrido, que significa misturado, combinado, mesclado. Para Horn e Staker (2015), o Ensino híbrido compreende qualquer programa educacional formal, no qual um estudante aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino on-line, onde ele tem a oportunidade de gerenciar seu tempo de estudos, lugar, percurso e ritmo.

De acordo com as pesquisas de Trevelin, Pereira e Oliveira Neto (2013) e Valente (2013), a utilização dessa metodologia não é recente e data da década de 1990, com os primeiros estudos abordados por Eric Mazur e a publicação do livro *Peer Instruction: a User's Manual* em 1997, conforme cita Rios (2017). Em 1999, Novak e colaboradores, dentre outros, defenderam o método denominado *Justin-in-Time Teaching*, traduzido para o português como Aprendizagem sob Medida.

Nos anos 2000, o conceito de *Flipped Classroom* foi apresentado por John Wesley Baker na 11ª *International Conference on College Teaching and Learning*, na Flórida, segundo Rios (2017). Nesse evento, o professor Baker apresentou a proposta de “virar a sala de aula” usando ferramentas de gerenciamento de aprendizagem que se baseiam na web. No mesmo ano, Lage, Platt e Treglia (2000), professores da Universidade de Miami nos Estados Unidos da América (EUA), publicaram um artigo denominado “Invertendo a sala de aula: a porta de entrada para criar um ambiente de aprendizagem inclusivo” que abordava a utilização da SAI em uma disciplina de Microeconomia, chegando a resultados satisfatórios quando compararam as turmas que utilizaram a metodologia com aquelas que não utilizaram (LAGE; PLAT; TREGLIA, 2000).

Em 2004, Salman Khan⁷, a pedido de uma prima, começou a gravar videoaulas e colocar na Internet para ajudá-la com conteúdo de matemática. No entanto, mais pessoas começaram a se interessar e assistir suas videoaulas e, então, ele decidiu abrir uma conta no YouTube. No fim de 2009, o projeto cresceu de tal maneira que Salman deixou seu emprego como analista de fundos para se dedicar exclusivamente ao seu canal no YouTube e, assim, surgiu a Khan Academy, uma plataforma on-line de educação livre e organização sem fins lucrativos. Esse evento contribuiu para a divulgação da ideia da sala de aula invertida e representa uma das maneiras de implementar esse conceito (SAMS, 2011).

Em 2006 e 2007, os professores de Química da escola *High School*, localizada na cidade de Woodland Park no interior do estado do Colorado nos EUA, Jonathan Bergmann e Aaron Sams começaram a desenvolver uma metodologia que ficou conhecida como *Flipped Classroom* ou Sala de Aula Invertida. Segundo os professores, a ideia surgiu quando Aaron resolveu utilizar um sistema para gravar uma série de slides do Power Point, que inclui voz e anotações. A proposta inicial era disponibilizar os vídeos on-line ou em *Compact Disc* (CD) para os estudantes que perdiam aulas devido às competições esportivas que realizavam. Como esse era um problema recorrente na escola, os professores encontraram, nas videoaulas, uma excelente alternativa para evitar que os alunos repetissem o ano ou ficassem atrasados em relação aos outros alunos (BERGMANN; SAMS, 2012).

Entretanto, algo que não era previsto pelos professores aconteceu. Ao disponibilizar as videoaulas na Internet, elas começaram a ser assistidas não só pelos alunos que faltavam as aulas devido às competições, mas também por alunos que assistiam as aulas, que buscavam um complemento do que foi discutido em aula. Muitos desses estudantes não conseguiam acompanhar a fala dos professores em aula e fazer anotações ao mesmo tempo, então olhavam as videoaulas em casa com tempo e tranquilidade para poder fazer as suas anotações. Além disso, devido

⁷ Salman Amin "Sal" Khan é um educador americano bengali, empresário e ex analista de fundos de hedge e o fundador da Khan Academy. A partir de um pequeno escritório em sua casa, Khan já produziu mais de 4.000 videoaulas que ensinam um amplo espectro de assuntos acadêmicos, com ênfase em matemática e ciências. Em abril de 2013, a Khan Academy canal no YouTube atraiu 830 mil assinantes e os vídeos Khan Academy foram vistos mais de 250 milhões de vezes. Em 2012, a Time nomeou Salman Khan em sua lista anual das 100 pessoas mais influentes do mundo. No Brasil, os vídeos de Sal Khan são traduzidos para português brasileiro pela Fundação Lemann, além de servir como ferramenta de ensino em escolas brasileiras para ensinar matemática (WIKIPÉDIA, 2018b).

ao fácil acesso aos vídeos, outros professores de diversas partes do mundo começaram a assisti-los e a utilizá-los.

Em razão do sucesso da proposta, os professores resolveram investir e ampliar o seu trabalho. Aaron, em um momento de reflexão ponderou:

O momento em que os alunos realmente precisam da minha presença física é quando empacam e carecem de ajuda individual. Não necessitam de mim ao lado deles, tagarelando um monte de coisas e informações; eles podem receber o conteúdo sozinhos. E se gravássemos todas as aulas, e se os alunos assistissem aos vídeos como dever de casa e usássemos, então, todo o tempo em sala de aula para ajuda-los com os conceitos que não compreenderam? (BERGMANN; SAMS, 2012, p. 4).

E assim surgiu a SAI, um conceito que se inspirou nas necessidades de aprendizagem dos estudantes. Ela permite não apenas interações mais frequentes entre estudantes e professores, todavia, também relacionamentos mais profundos e mais pessoais que se caracterizam em uma aprendizagem personalizada e ajustada às dificuldades individuais dos alunos.

Nesse contexto, de forma muito simplista, pode-se definir a SAI como uma metodologia onde o que normalmente se faz em casa passa a ser feito em aula e o que se faz em aula passa a ser feito em casa (BERGMANN; SAMS, 2012). Dessa maneira, na visão dos autores, as exposições orais dos conteúdos que tradicionalmente são feitas em sala de aula passam a ser assistidas em casa pelos estudantes através de videoaulas e os problemas que seriam resolvidos em casa passam a ser feitos em aula com ajuda dos colegas e orientação do professor.

No entanto, a metodologia da SAI não envolve simplesmente inverter a dinâmica de ensino, é preciso preparar o aluno para essas transformações, ou seja, orientá-los de como assistir aos vídeos, pedir para que façam resumos dos conceitos discutidos e escrever suas dúvidas, para que, desse modo, o professor consiga conduzir a dinâmica de sala de aula e se dedicar às principais dificuldades de cada estudante.

Apesar dos conceitos dos professores Bergmann e Sams (2012) envolverem a utilização de videoaulas, eles apontam que esta não é única maneira de inverter a sala de aula, o professor é livre para planejar a sua aula utilizando os recursos e as ferramentas que melhor dispuser no contexto educacional que estiver inserido. De acordo com os autores:

[...] não existe uma metodologia específica a ser replicada, nem *click list* a seguir que leve a resultados garantidos. Inverter a sala de aula tem mais a ver com certa mentalidade: a de deslocar a atenção do professor para o aprendiz e para a aprendizagem. Todo professor que optar pela inversão, terá maneira distinta de colocá-la em prática (BERGMANN; SAMS, 2012, p. 10).

Dessa forma, é comum, nas práticas de inversão da sala de aula, a utilização de outros recursos, como, por exemplo, textos ou simulações. Bergman e Sams (2012) esclarecem que não foram os primeiros a utilizar vídeo *screencast*⁸, porém foram pioneiros na utilização destes como recurso para inverter a sala de aula. Segundo eles não seria possível a implementação da SAI sem a utilização das videoaulas.

Uma possível definição que compreende os principais aspectos do modelo é:

Nela, o aluno estuda os conceitos básicos antes da aula, com vídeos, textos, arquivos de áudio, games e outros recursos. Em sala, o professor aprofunda o aprendizado, com exercícios, estudo de caso e conteúdos complementares. Esclarece dúvidas e estimula o intercâmbio entre a turma. Na pós-aula, o estudante pode fixar o que aprendeu e integrá-lo com conhecimentos prévios, por meio de atividades como, por exemplo, trabalhos em grupos, resumos, intercâmbios no ambiente virtual de aprendizagem. O processo é permeado por avaliações para verificar o aluno leu os materiais indicados, se é capaz de aplicar conceitos e se desenvolveu as competências esperadas (RAMAL, 2015).

Portanto, pode-se considerar que a SAI se trata de uma abordagem na qual o aluno assume a reponsabilidade pelo seu estudo teórico e a aula presencial serve para a aplicação prática dos conceitos estudados previamente.

Um dos princípios fundamentais da SAI é melhorar a utilização do tempo da sala de aula, o que é considerado, pelos educadores, um enorme desafio, já que a má utilização deste pode ser considerada uma barreira a ser enfrentada no processo de ensino e aprendizagem, dado que pode tirar a oportunidade de que o aprendizado seja efetivado. Assim, na SAI, o tempo de sala de aula é reestruturado, de forma que os primeiros minutos são dedicados a responder os questionamentos dos alunos sobre os conceitos discutidos previamente. Isso é necessário para que não fique nenhum equívoco e para que os conceitos não sejam aplicados incorretamente. O tempo restante é utilizado para aplicação dos conceitos, que pode

⁸ *Screencast* consiste na captura de tela com locução. É uma modalidade de videoaula que é realizada a partir da gravação da tela do computador (WIKIPÉDIA, 2018c).

acontecer com a resolução de problemas, atividades práticas ou qualquer outro tipo de atividade que o docente queira aplicar e conduzir (BERGMANN; SAMS, 2012).

O Quadro 1, a seguir, exemplifica como o tempo é, em geral, na abordagem convencional de sala de aula e na abordagem invertida.

Quadro 1 - Comparação do tempo utilizado na sala de aula tradicional e na sala de aula invertida

Sala de Aula Tradicional		Sala de Aula Invertida	
Atividade	Tempo	Atividade	Tempo
Abordagem inicial e lista de presença	05 minutos	Abordagem inicial e lista de presença	05 minutos
Correção do dever de casa	20 minutos	Perguntas e respostas sobre o material utilizado para a aula: vídeo, texto, entre outros.	10 minutos
Explicação sobre o novo conteúdo	45 minutos	Atividade prática orientada sobre o conteúdo estudado e/ou atividade de laboratório	75 minutos
Práticas orientadas em grupo ou individualmente	20 minutos		
Tempo total de aula	90 minutos	Tempo total de aula	90 minutos

Fonte: Adaptado de Bergmann e Sams (2012, p. 13).

Outra característica muito interessante da SAI é a possibilidade de o professor poder proporcionar ao aluno um atendimento mais personalizado. Isso é possível pelo fato de ocorrer uma transformação na organização tradicional da sala de aula, ou seja, o docente deixa de ser o centro do processo de aprendizagem para dar este lugar aos estudantes, partilhando com eles dúvidas e curiosidades.

Nos EUA, existe uma organização sem fins lucrativos, a *Flipped Learning Network* (FLN), a qual é encarregada de divulgar conceitos sobre a aprendizagem invertida para que educadores possam implementá-la com sucesso. De acordo com o conteúdo elaborado pela equipe responsável pela FLN, a aprendizagem invertida pode ser compreendida como uma abordagem pedagógica na qual a aula expositiva passa da dimensão da aprendizagem grupal para a dimensão da aprendizagem individual, transformando o espaço restante de sala de aula em um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, no qual o professor guia os alunos na aplicação

dos conceitos e na participação criativa destes sobre o assunto (FLIPPED LEARNING NETWORK, 2014).

Entretanto, é importante destacar que existe diferença entre os termos “sala de aula invertida” e “aprendizagem invertida”, visto que inverter a classe não significa necessariamente que isso leve a uma prática de aprendizagem invertida. Por exemplo, um professor pode já ter utilizado alguma das concepções da SAI ao pedir para seus alunos, antes das explicações conceituais, lerem um texto, assistir a um vídeo ou resolver uma questão, no entanto, para se engajar efetivamente na aprendizagem invertida, o docente deve incorporar quatro pilares fundamentais em sua prática, que são sintetizados na sigla “F-L-I-P”, descrita a seguir:

- a) Ambiente Flexível (*Flexible Environment*): o professor deve criar espaços flexíveis nos quais os alunos têm a possibilidade de escolher quando e onde aprendem, além disso ele deve proporcionar flexibilidade também quanto a sequência de aprendizagem e avaliação de cada estudante;
- b) Cultura de Aprendizagem (*Learning Culture*): na abordagem da aprendizagem invertida, a reponsabilidade de aprendizagem passa a ser do aluno, diferente do que ocorre na modelo convencional, onde esta é centrada no professor;
- c) Conteúdo Dirigido (*Intentional Content*): o docente deve repensar frequentemente na sua prática, analisar quais metodologias desenvolver para auxiliar os estudantes a desenvolverem uma melhor compreensão conceitual, determinar o que eles precisam ensinar e quais materiais os alunos podem explorar por si próprios;
- d) Educador Facilitador (*Professional Educator*): o professor facilitador é continuamente solicitado e dá atendimento contínuo aos estudantes, fornecendo feedback imediato e avaliando o trabalho. Deve saber conduzir uma sala de aula, onde o que predomina é o “caos controlado”. Seu trabalho é fundamental para que ocorra a aprendizagem invertida (FLIPPED LEARNING NETWORK, 2014).

No entanto, há autores que possuem críticas contundentes a respeito da SAI. Um deles, é o professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia, Ian Bogost. Segundo ele, a “sala de aula invertida usa videoaulas para estabelecer um novo padrão para exposição de conteúdo ao transferi-la da sala de aula para o laptop” (BOGOST, 2013, tradução nossa). No entanto, o professor reconhece que a SAI não se destina

apenas a exibir videoaulas, mas sim transformar os encontros presenciais, buscando uma aprendizagem mais nobre e com maior interação entre os sujeitos envolvidos. Bogost também critica as videoaulas afirmando que estas condensam demais os conteúdos, deixando menos detalhado do que uma leitura pré-classe combinada com as exposições e discussões em sala de aula (BOGOST, 2013).

Nesse contexto, os autores Valério e Moreira (2018) escreveram um artigo publicado na revista *Contexto & Educação* elencando sete críticas a SAI. Nele os autores discutem, baseando-se em revisões bibliográficas, quais seriam as principais limitações da metodologia:

- a) crise de identidade: Não existe um consenso de quem é o pioneiro na criação da metodologia. A literatura aponta para três trabalhos importantes: Lage, Platt e Treglia (2000), Mazur e Watkins (2009) e Bergmann e Sams (2012). E apesar de reunirem alguns elementos em comum, os trabalhos são completamente distintos quanto ao seu referencial pedagógico, sua área de aplicação e seu grau de ensino. Na concepção dos autores, isso implica num audacioso “ecletismo teórico e metodológico”, visto que a SAI pode englobar uma variada gama de outras metodologias ativas. Dessa forma, é preciso atentar para a diversidade de contextos, áreas de aplicação, interesses de adoção, alinhamentos pedagógicos e tradições de pesquisa, o que dificulta o entendimento de quem deseja utilizá-la;
- b) não há inovações: São apenas novas formas de interpretação para práticas já existentes. Por exemplo, já a algum tempo professores de Ciências Humanas e Sociais utilizam da prática de leituras prévias de materiais para posterior discussão dos assuntos em sala de aula em um estudo mais ativo e direcionado. Ou na área de Direito, onde o método socrático é uma tradição no ensino;
- c) anarquismo pedagógico: Um grande desafio para a efetivação da SAI é identificar qual o referencial pedagógico em que está embasada. O fato de poucos trabalhos discutirem ou aprofundarem esta questão, dificulta a compreensão de que pressupostos sustentam o arranjo formado por estudo prévio, mediação tecnológica e metodologias ativas. Até mesmo os conceitos primordiais como a aprendizagem ativa e o ensino centrado no estudante aparecem vinculados a uma miscelânea de autores e

proposições teóricas costuradas de modo muito superficial. Normalmente, as discussões que aparecem são de cunho construtivista com atribuições aos trabalhos de Piaget e Vygotsky. Contudo, segundo Mascolo (2009), citado por Valério e Moreira (2018), o ensino centrado no estudante não valida o referencial construtivista porque reduz o papel do professor ao de “facilitador” e “instrutor”. Como na SAI há uma grande ênfase ao estudo prévio e as videoaulas, os autores concluem que ainda se sustenta a tradicional transmissão do conhecimento, ou seja, característica do empirismo, validando assim a percepção da confusão epistemológica;

- d) pesquisas insuficientes: Apesar do crescente aumento, o número de pesquisas sobre a SAI é pequeno, e restrito a contextos e cenários específicos de ensino. A maior parte dos trabalhos encontram-se em áreas científicas e engenharias oriundas dos Estados Unidos o que impossibilita comparações e paralelos transacionais devido a grande diferença cultural e institucional. Outro fato apontado pelos autores, é de que, em sua maioria, as pesquisas trazem dados indiretos baseados nas percepções dos estudantes sobre a metodologia, o que nem sempre pode ser considerado uma fonte adequada;
- e) resultados divergentes: Apesar de os resultados encontrados na literatura mostrarem-se promissores há que se ter cuidado para não os generalizar. O trabalho de Suhr (2016) salienta que um dos principais problemas encontrados para o uso da SAI é falta de comprometimento dos alunos. Para Strayer (2012) o problema está na sensação de desorientação dos estudantes frente a metodologia, assim a SAI não seria adequada a cursos introdutórios, onde ainda existe certa imaturidade desses alunos para desenvolver a autonomia perante o seu processo de aprendizagem. Outros autores como Jensen, Kummer e Godoy (2015) sugerem que os benefícios da metodologia não se encontram na “inversão” e do estudo prévio, mas sim das atividades desenvolvidas em sala de aula que possam trazer características de uma aprendizagem mais ativa, relacionadas com uma perspectiva construtivista. Assim, é importante analisar as singularidades de cada contexto, e evitar um deslumbramento perante as tecnologias educativas;

- f) riscos didáticos: A SAI não é procedimento metodológico, mas um arranjo didático. Segundo Bogost (2013) a SAI seria uma resposta aos currículos excessivamente sobrecarregados que impossibilitam o seu cumprimento em tempo hábil. Dessa forma, ao invés de repensar o currículo, desloca-se o processo de ensino do espaço escolar para a vida particular do aluno, excedendo a responsabilidade do cidadão por sua formação. Além disso, os autores acreditam que a SAI estimula os professores a condensarem os conteúdos em um formato muito simplista o que implicaria em um problema na aprendizagem dos alunos, visto que dificulta o domínio pleno dos conhecimentos propostos. De acordo com Pavanelo e Lima (2017), os estudantes apresentam dificuldades em autogerenciar sua experiência de aprendizagem. Do ponto de vista do professor, a implementação da SAI também apresenta obstáculos. O tempo e o esforço de trabalho, e a adequação do material para que atenda as perspectivas da SAI, são alguns problemas apontados na literatura;
- g) interesses não pedagógicos: Com a proposta de um ensino híbrido a SAI lança novos mercados para a produção e publicação de material de ensino. Apesar de haver repositórios de recursos educacionais de livre acesso, vem da iniciativa privada o maior número de softwares e plataformas de conteúdos de ensino. Dessa maneira, há uma preocupação com a repercussão dos interesses econômicos sobre as políticas educacionais. Para Bogost (2013) um ensino que responsabiliza mais um estudante do que a instituição serviria profundamente aos interesses de empresas e governos que querem a redução de custos na educação (VALÉRIO; MOREIRA, 2018).

Assim, perante o discutido, observa-se que a SAI demanda ainda de muitas discussões, em todas as dimensões didáticas, ou seja, sobre a epistemologia do conhecimento, a influência e psicologia dos estudantes e dos professores. O fato é que não existe uma metodologia ou prática que possa ser aplicada a qualquer contexto educacional ou ainda que possa resolver todos os problemas que existem na educação. Obviamente, a SAI não pode ser aplicada a qualquer modalidade de ensino, e assim como qualquer outra, demanda de um olhar cuidadoso do docente e avaliação constante sobre sua prática. A leitura que este faz sobre a realidade educacional em que convive é de fundamental importância para análise da

potencialidade da metodologia. O professor possui total liberdade para adequar ao seu contexto tanto a SAI como qualquer outra metodologia, contudo precisa ter paciência e resiliência se perceber que os resultados não são promissores.

Sobre o fato de a adequação ao modelo demandar um maior trabalho do docente, acredita-se que não existe resultado sem trabalho, qualquer prática que o docente resolva adotar vai precisar de esforço e dedicação. E, na SAI, após as primeiras aplicações, caso se perceba a potencialidade da metodologia, é possível fazer apenas pequenas mudanças para as demais aplicações, já que o cerne do trabalho já estará concluído.

A questão do currículo é algo em que é preciso pensar. Transferir algo que não está sendo possível concluir na escola para a fora dela, sobrecarregando o estudante não é concebível. Acredita-se que, caso a escola ou instituição de ensino resolva adotar para todas as disciplinas essa metodologia, seria necessária uma reestruturação do currículo, em um estudo meticoloso e detalhado do que é possível ou não dentro do contexto escolar.

A respeito da questão mercadológica, infelizmente já se convive com isso no “ensino tradicional” na questão do livro didático. As editoras travam uma verdadeira guerra, disputando quem vai fornecer os livros didáticos para a escola. Dessa forma, são coisas que, lamentavelmente, acontecem na sociedade e das quais não se tem controle. Assim, cabe ao professor tentar buscar para seus alunos o melhor material dentro da sua realidade educacional e social.

Portanto, concorda-se com Jensen, Kummer e Godoy (2015) quando constatam que o mérito da SAI, não se encontra no estudo prévio ou nas atividades a distância, mas sim nos *encontros presenciais*, na forma com que as atividades serão elaboradas e desenvolvidas pelo professor em sala de aula, fazendo desse um momento de troca de informações, de ensino e aprendizagem colaborativos, onde o professor não se resume a um mero instrutor ou facilitador, mas a uma pessoa que *conduz* os seus alunos pelo caminho da aprendizagem, incentivando-os a buscar e compreender as informações e não apenas a recebê-las.

2.3.2 Onde é utilizada em nível nacional e internacional

Com o surgimento da Khan Academy, a ideia da SAI foi sendo disseminada com maior ênfase e ganhando credibilidade nos círculos internacionais de educação.

Contudo, esse conceito não foi articulado por Salman Khan, mas sim por Bergamann e Sams de acordo com Gerstein (2011). Assim, essa metodologia foi testada e aprovada por universidades que são consideradas referências no ensino, tais como Duke, Stanford, Harvard e MIT. Além disso, vem se tornando uma tendência crescente em educação e utilizada em países que possuem alto desempenho no ensino, como a Finlândia, Singapura, Holanda e Canadá (RAMAL, 2015).

Apesar do conceito existir a mais de uma década, só nos últimos sete anos que se constatou um real desenvolvimento de trabalhos e discussões a respeito da SAI. Segundo Moran (2017), só recentemente é que as tecnologias e respectivas aplicações evoluíram para que fosse mais acessível e praticável a implementação das concepções dessa metodologia de ensino.

Nos EUA, a FLN, supracitada, é uma organização que tem como objetivo orientar educadores que queiram implementar a SAI na sua prática de ensino. Na sua página⁹ na Internet, encontram-se informações e recursos sobre a abordagem da aprendizagem invertida e conta com uma comunidade de mais de 25 mil educadores, além disso, promove anualmente a *Anual Flipped Learning Conference*.

Algumas revisões de literatura como as realizadas por Bishop e Verleger (2013), Giannakos, Krogstie e Chrisochoides (2014), O'Flaherty e Phillips (2015), Huber e Werner (2016), Zainuddin e Halili (2016) e Karabulut-Ilgu, Jaramillo Cherrez e Jahren (2017), apontam para um aumento significativo na produção acadêmica internacional. Nestas análises, os autores constataram que os resultados das investigações empíricas e relatos de experiência sobre a SAI oferecem resultados promissores. Observaram também interações mais significativas entre professores e alunos e entre os alunos, melhor ambiente para atendimento individualizado adequado ao ritmo de aprendizagem de cada aluno, desenvolvimento de habilidades de comunicação na resolução de problemas resultando em uma melhora expressiva no ambiente de aprendizagem.

Por outro lado, os autores relatam que a maior parte dos estudos se baseiam em evidências indiretas e discutíveis, priorizando as percepções dos estudantes frente a experiência com a SAI, com poucos relatos sobre a reflexão crítica da

⁹ <https://flippedlearning.org>.

prática docente. Há carência de análises e abordagens qualitativas e o que predomina é a utilização de Surveys e testes padronizados.

De acordo com o relato dos professores Bergman e Sams (2012), em seu livro “Sala de Aula Invertida: uma Metodologia Ativa de Aprendizagem”, verificou-se que, após a implementação da SAI em suas aulas, houve uma significativa melhora nas notas dos estudantes nas avaliações da disciplina.

Todavia, ao fim do ano letivo, os professores propuseram aos alunos a execução de um projeto abrangente como faziam todos os anos. Após a conclusão do projeto, os professores fizeram uma série de entrevistas com os alunos questionando-os a respeito de conceitos químicos fundamentais abordados nos projetos. Eles esperavam que os estudantes apresentassem um nível de respostas mais elevado do que os apresentados pelos alunos dos anos anteriores, já que os mesmos estudaram a partir do modelo tradicional de aprendizagem. Ficaram decepcionados ao concluir que muitos deles não souberam responder aos questionamentos, o que evidenciava que, mesmo tendo aprendido através da SAI, provavelmente os conceitos não haviam sido compreendidos de forma significativa.

Dessa forma, decidiram mudar a forma como desenvolveram a SAI e buscaram uma nova abordagem denominada “Aprendizagem para o domínio”, onde cada estudante assiste as videoaulas conforme forem avançando na compreensão dos conceitos, seguindo o seu tempo de aprendizagem, ou seja, os alunos não precisam necessariamente se concentrar no mesmo tópico ao mesmo tempo. Assim, os professores conseguiram implementar uma metodologia onde cada aluno ou grupo de alunos discute e aprende conceitos diferentes onde o foco está na aprendizagem efetiva e não no tempo em que ela ocorre. Segundo os professores, no primeiro ano de implementação do método, os resultados foram pouco significativos, porém, com o passar do tempo e com os devidos ajustes, eles conseguiram constatar um avanço no ensino-aprendizagem dos seus alunos (BERGMMAN; SAMS, 2012).

A nível nacional, realizou-se uma pesquisa na literatura onde observou-se que o número de publicações sobre SAI vem crescendo, especialmente nos periódicos, com ênfase na área de ensino de matemática, física e biologia. O assunto também vem sendo muito discutido em eventos da área de educação com uma produção expressiva neste meio.

As pesquisas foram realizadas por meio eletrônico através dos termos “sala de aula invertida”, “aprendizagem invertida” e “*flipped classroom*”, para tal utilizou-se os campos de busca: título, resumo e palavras-chave. Esses campos foram aplicados de acordo com as opções de filtro disponíveis (modo básico e/ou modo avançado) em cada repositório eletrônico. Buscou-se artigos, dissertações e teses publicados no período de 2013 a 2019.

O levantamento das teses e dissertações foi realizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (BDTD/IBICT). Para o levantamento dos artigos científicos, utilizou-se o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Google Acadêmico. Os seguintes critérios foram seguidos para seleção das publicações:

- a) exclusivamente artigos, dissertações e teses;
- b) os textos científicos disponíveis em meio eletrônico deveriam estar completos e com acesso livre;
- c) as pesquisas deveriam abordar SAI relacionada à modalidade de ensino e/ou aprendizagem na educação básica, especificamente para o ensino da área das ciências (química, física e biologia);
- d) o material ter sido publicado no período recortado pela pesquisa;
- e) a pesquisa ter sido realizada em instituições de ensino brasileiras e/ou considerando o contexto educacional brasileiro.

Os resultados encontrados encontram-se no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Registro das publicações de pesquisadores brasileiros

Base de dados consultada	Artigos	Dissertações	Teses
Google Acadêmico	4	-	-
Banco Digital de Teses e Dissertação (BDTD/IBICT)	-	5	1
Portal da CAPES	1	-	-

Fonte: Da autora (2020).

Os dados do Quadro 2 apontam para a escassez de trabalhos produzidos dentro do recorte da pesquisa, ou seja, especificamente na Educação Básica e no

Ensino de Ciências. Como já comentado, encontra-se uma grande variedade de publicações sobre as variadas Metodologias Ativas, inclusive sobre a SAI, contudo, na sua maioria, são pesquisas realizadas no Ensino Superior, ou, em se falando do nível médio, encontram-se várias publicações no ensino de matemática, apesar desta área não fazer parte dos critérios de seleção da pesquisa bibliográfica, observou-se esta característica no momento da busca.

Dos cinco artigos encontrados, um refere-se ao ensino de física, onde os autores trazem propostas sobre como inverter a sala de aula e quais outras metodologias ativas podem ser incorporadas a SAI (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016). Um segundo artigo oferece uma proposta para o uso de uma plataforma on-line por professores de uma rede pública estadual do estado do Ceará como forma de implantação da metodologia da SAI. Nele os pesquisadores expõem os recursos disponíveis nesta plataforma bem como as percepções dos docentes acerca da mesma e da inversão da sala de aula (EVANGELISTA; SALES, 2018). O terceiro artigo trata das aplicações do ensino híbrido na disciplina de biologia, nele as autoras relatam a importância do uso das tecnologias aliadas as metodologias ativas de aprendizagem. Concluíram que houve um aumento considerável na qualidade do estudo dos alunos e o melhoramento do nível de discussão em sala de aula (SANTOS *et al.*, 2017).

Os dois artigos restantes referem-se ao ensino de Química. Um deles discute uma metodologia que aborda a SAI no E.M. relacionada a conceitos químicos. Os autores discutiram os conceitos de Radioatividade com alunos da 3ª Série do E.M. e, para tal, utilizaram videoaulas, discussões em aula e através de *Wiki*¹⁰ em ambientes virtuais de aprendizagem, além da resolução de questões. Os resultados apontaram que houve melhora nas habilidades de argumentação crítica, bem como a superação das dificuldades iniciais apresentadas pelos estudantes sobre o conteúdo, evidenciando, dessa forma, a contribuição da SAI para a aprendizagem e o desenvolvimento da autonomia (LIMA-JÚNIOR *et al.*, 2017). Enquanto o outro, aborda a SAI dentro do conceito de Peer Instruction que traduzido para o português significa Aprendizagem entre Pares. Os pesquisadores trazem um estudo de caso sobre o funcionamento desta metodologia e as teorias de aprendizagens envolvidas no método e na prática docente. Avaliaram neste estudo o funcionamento da

¹⁰ Os termos wiki e WikiWiki são termos utilizados para identificar um tipo específico de coleção de documentos em hipertexto, ou o software colaborativo usado para criá-lo (LIMA-JÚNIOR *et al.*, 2017).

metodologia, a reação dos alunos da 1ª série do E.M. da rede pública estadual do estado de Minas Gerais, a aplicabilidade no ensino de Química e suas dificuldades. Constataram que a Aprendizagem entre Pares proporcionou maior discussão dos assuntos abordados e que apesar da resistência dos estudantes em fazer a leitura prévia dos conteúdos em casa, mostraram-se interessados e motivados em sala de aula para responder os exercícios (MORAES; CARVALHO; NEVES, 2016).

No tocante as dissertações e teses, a pesquisa revelou duas dissertações sobre ensino de biologia, uma dissertação sobre o ensino de física, uma dissertação no ensino de Química e uma tese no ensino de física.

A dissertação da autora Suzana L. S. Freitas (2019) traz um paralelo entre a SAI e o a sala de aula tradicional referente ao tema “Arboviroses” no ensino de biologia. A autora aponta que a utilização de mídias de mensagens espontâneas, vídeos e imagens colaboram para o processo de ensino e aprendizagem conferindo dinamismo a aula. Além disso, atividades desafiadoras e reflexivas mostraram-se uma ferramenta importante e bem aceitas pelos estudantes em ambas as metodologias de ensino. A autora conclui que é impossível apontar a superioridade da SAI sobre a sala de aula tradicional, pois as duas possuíram, segundo suas observações, níveis de aprendizagem muito próximos (FREITAS, 2019).

Já o trabalho de Márcia A. R. de Oliveira (2019) descreve as implicações da aplicação da SAI em escolas públicas estaduais da cidade de Porto Alegre. A pesquisa propõe que aspectos da SAI podem fomentar outras metodologias diferenciadas, dado que apresentam a possibilidade de uma “escuta sensível”, a reflexão sobre a prática docente, e uma aprendizagem mais significativa. Os resultados obtidos na pesquisa demonstraram a dificuldade de promover mudanças no contexto da prática escolar e ainda reflexões sobre as barreiras encontradas ao tentar propor atividades que sejam ativas e potencialmente significativas, bem como um ambiente de sala de aula participativo e dialógico (OLIVEIRA, 2019).

A pesquisa descrita na dissertação de Vitor J. de Freitas (2015), é um estudo de caso que objetivou analisar a aplicabilidade da metodologia da SAI em turmas de 1ª Série de E.M. para discutir os conceitos de força e movimento no ensino de Física. Em suas análises o autor conclui que houve melhora na motivação dos alunos; as redes sociais mostraram-se eficientes como ambiente virtual de

aprendizagem (AVA); as atividades baseadas em Active Learning¹¹ possibilitaram a criação de um ambiente de colaboração para construção do conhecimento; os discentes apresentaram grande dependência da figura do professor no desenvolvimento das atividades; a metodologia conduziu o docente a um papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem (FREITAS, 2015).

No ensino de Química, encontrou-se a dissertação de Luciano D. da Silva (2017) que traz os resultados de uma pesquisa-ação cujo objetivo foi analisar o uso de videoaulas como recurso didático utilizando a SAI para abordar conceitos de Físico-Química com alunos de nível médio/técnico de um instituto federal. O professor pesquisador, selecionou videoaulas disponíveis na internet para discutir os conceitos com seus alunos, e para tal utilizou vários critérios de seleção inclusive a opinião dos discentes. Aplicou a metodologia em três turmas com características distintas entre si para obter uma visão mais ampla dos resultados. Utilizando como instrumentos de análise suas anotações pessoais, diário de classe, entrevistas e questionários, buscou avaliar a viabilidade da metodologia de acordo com a opinião dos sujeitos envolvidos. Os resultados da pesquisa apontam que as maiores dificuldades encontradas na aplicação da metodologia foi a resistência dos alunos em mudar sua “postura passiva” em relação a sua aprendizagem para uma “postura ativa”. Apesar de grande parte dos estudantes aprovar o uso de videoaulas indicadas pelo professor, mais da metade preferem usá-las apenas como revisão dos conteúdos e não como exercício prévio de conceitos. O autor observou que na turma em que houve maior adesão obteve-se o maior índice de aprovação o que pode indicar a potencialidade da SAI, contudo salienta não é suficiente para afirmar que a SAI favorece a aprendizagem (SILVA, 2017).

A tese encontrada na literatura e que atendia aos critérios de seleção de pesquisa bibliográfica é da pesquisadora Sabrina S. Richter (2017). A autora elaborou, implementou e avaliou uma sequência de atividades didáticas sobre o assunto Oscilações e Ondas, baseadas nas TIC, propondo problemas abertos e usando para tal a abordagem da SAI com alunos do ensino médio. As atividades eram estruturadas em um AVA e possuíam um texto introdutório; simulações, vídeos ou animações, e um conjunto de questões e problemas, aos quais, os alunos eram convidados a responder em um esquema de inversão de sala de aula. Segundo a

¹¹ Aprendizagem Ativa é um conjunto de práticas pedagógicas que tem por objetivo engajar os estudantes a participarem ativamente na obtenção do conhecimento.

autora, a SAI é uma estratégia didática bem aceita pelos estudantes. No contexto da sua pesquisa aponta que, a metodologia pode ser uma solução para situações em que a carga didática é insuficiente para cobrir todos os tópicos do programa. Concluiu ainda que, a sala de aula invertida é uma estratégia com potencial de estimular a participação e desenvolver autonomia dos estudantes (RICHTER, 2017).

Nesse contexto, é importante observar que, a maioria dos trabalhos descritos acima ou abordam *aspectos* da sala de aula invertida, ou são aplicados no contexto de um assunto ou conteúdo da educação básica. Salienta-se ainda que existe apenas uma dissertação e nenhuma tese abordando a SAI no ensino de Química. Portanto fica claro a relevância do trabalho descrito nesta tese, pois ele traz um Desenho Metodológico baseado na integração de metodologias ativas como a SAI, Aprendizagem aos Pares e Aprendizagem sob medida para alunos da educação básica pública estadual, contemplando nessa metodologia praticamente todo o conteúdo programático desenvolvido no ano letivo. Ela foi desenhada de acordo com as observações da docente em um contexto exclusivo e avaliado segundo as necessidades dos alunos, inclusive as videoaulas que são de autoria e produção próprias. Além disso, o fato de a professora regente da turma ser também pesquisadora e autora do trabalho traz um olhar diferenciado sobre a prática docente e as percepções dos estudantes a respeito da metodologia que, normalmente, não se costuma encontrar na literatura.

É nesse sentido que a presente pesquisa visa trazer suas contribuições, incentivando outros pesquisadores a investirem mais em práticas voltadas à Educação Básica, e mais especificamente ao ensino de Química.

2.3.3 Integração das metodologias ativas à sala de aula invertida

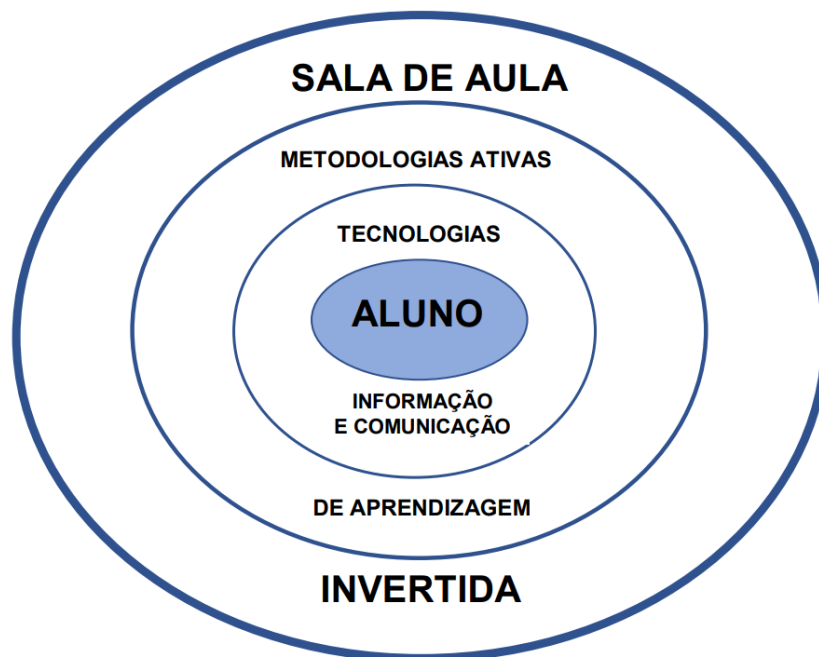
De acordo com a *Flipped Learning Network* (2014), a SAI é uma abordagem que permite aos professores implementarem uma ou várias Metodologias Ativas durante a aula. Para Moran (2014, 2017), a aprendizagem invertida é um dos modelos mais interessantes para mesclar tecnologia com metodologia de ensino, visto que concentra, no virtual, o que é informação básica e, na sala de aula, atividades criativas e supervisionadas, onde pode-se combinar uma aprendizagem por desafios, projetos e problemas.

Para Bergmann e Sams (2012, p. 45), o professor pode guiar atividades práticas diferentes e possibilitar que os estudantes trabalhem em tarefas diversas simultaneamente, em grupo ou individualmente, e ainda:

Adotar as ferramentas tecnológicas e o ensino assíncrono que caracteriza a sala de aula invertida, com uma abordagem voltada para os alunos, para decidir o que lecionar, tende a criar um ambiente estimulante para a criatividade. Não se precisa perder tempo rerepresentando conceitos já bem conhecidos, que apenas devem ser lembrados, nem usar o valioso tempo em sala de aula para transmitir novo conteúdo.

Nesse contexto, a Figura 3, a seguir, procura sintetizar a integração da sala de aula invertida, metodologias e tecnologias, onde o aluno é parte central do processo.

Figura 3 - Integração da Sala de Aula Invertida com outras Metodologias Ativas



Fonte: Da autora (2020).

A integração entre as Metodologias Ativas é descrita nos trabalhos de Mazur e Watkins (2010) e Araujo e Mazur (2013), onde os autores apresentam uma proposta que consiste em incentivar a adoção de um modelo que valorize o tempo de sala de aula, destinando-o para aprendizagem ativa de conteúdos ao invés de utilizá-lo para transmitir informações presentes nos livros, embora não tenham feito

relação ao modelo da SAI. Nas suas pesquisas, eles abordam a integração da Aprendizagem sob Medida ou *Just-in-time Teaching* e da Instrução pelos Colegas ou *Peer Instruction*, conceitos já mencionados anteriormente na presente pesquisa.

2.3.4 Recursos tecnológicos utilizados na implementação da metodologia

A potencialidade das tecnologias permite que o professor construa e personalize os módulos de aprendizagem e defina formatos de instrução aos alunos para que possam acessar materiais de estudos a qualquer hora e lugar no seu próprio ritmo (KENSKI, 2003).

Assim como na metodologia desenvolvida por Bergmann e Sams (2012), o uso das videoaulas foi a tecnologia predominante neste trabalho. O termo “Vídeo” vem do latim “eu vejo”, e faz referência a dois conceitos: o vídeo utilizado como tecnologia e sua respectiva popularização, e o vídeo como linguagem audiovisual e suas possíveis formas de utilização (HIRDES *et al.*, 2006), que é a proposta de discussão neste trabalho. Concorda-se com Lisbôa, Bottentuit Junior e Coutinho (2009), quando dizem que o vídeo não pode ser considerado somente como um recurso de apoio às aulas, mas, antes de tudo, um meio de comunicação. Dessa forma, ele deve fazer parte de uma estratégia de ensino e aprendizagem que proporcione aos alunos uma variedade de atividades.

De acordo com Zanata, Caramano e Marques (2016), a videoaula pode ser definida como uma aula em formato audiovisual, o que pode possibilitar a quem a utiliza vantagens como melhor concentração, e possibilidade de aprofundar o estudo quando julgar conveniente.

Um dos pontos fortes do uso das videoaulas como recursos pedagógicos, tanto em sala de aula invertidas como em salas de aulas tradicionais, é o fato que nas videoaulas o aluno tem um maior controle sobre a exposição. O aluno pode usar recursos de pausar, retroceder e avançar e até mesmo rever a videoaula, enquanto que em uma exposição presencial isso não acontece (DIAS; ESPOSITO JUNIOR; DEMARQUE, 2013, p. 6).

Outra vantagem a ser considerada é o discurso direto e objetivo de uma videoaula, sem interrupções ou brincadeiras comuns a uma sala de aula presencial. Além disso, a facilidade de acesso de qualquer aparelho com acesso à internet. Por outro lado, a necessidade deste acesso pode apresentar um fator negativo para o uso deste recurso, limitando o seu uso, uma vez que nem todos os estudantes

possuem acesso à internet. Outro fator apontado como negativo no uso de videoaulas é sobre a questão da interatividade, visto que quando surge uma dúvida, esta não pode ser esclarecida naquele momento (VIALLI *et al.*, 2011).

Outro recurso utilizado foi um software de captura, considerado um recurso adequado para a produção de videoaulas “caseiras”, ou seja, não profissionais. Este recurso registra tudo o que aparecer na tela do seu computador. Se você estiver fazendo uma apresentação em Power Point, ele grava toda a exposição; se você estiver fazendo anotações manuscritas no computador, ele capta o movimento da caneta digital; se estiver navegando na Internet, ele registra seu percurso. Existem diversos programas de captura de tela, como o Camtasia Studio¹² e o Active Presenter, sendo que este último foi o programa utilizado para a elaboração das videoaulas desta pesquisa.

O Active Presenter é um software que apresenta versão paga ou gratuita. Já está disponível em português, e apresenta diversas opções de ferramentas, inclusive de edição, o que o diferencia dos demais softwares gratuitos. Assim como programas profissionais de edição de vídeo, ele permite que você trabalhe com camadas, e todas as camadas podem ser alteradas, manipuladas e modificadas a partir da linha do tempo. A linha do tempo trata os itens inseridos separadamente (vídeo, áudio, objeto, forma, legenda, texto etc.) e o Active Presenter também permite cortar, unir, dividir, reorganizar os vídeos e inserir quadros congelados. Ainda, possibilita fazer anotações e adicionar interações como cliques e movimentos do mouse, arrastar e soltar, pressionamento de teclas, traçar um caminho na tela com o ponteiro do mouse e assim por diante. Para a exportação do vídeo, pode-se utilizar diferentes formatos como WebM, AVI, WMV ou MP4. A janela de exportação de vídeo permite definir vários parâmetros, como tamanho do vídeo, taxa de quadros, qualidade e formato de saída, canais, taxa de bits e amostragem do áudio, além da pasta onde o vídeo deve ser salvo. São poucas as vantagens encontradas na versão paga, como por exemplo, a capacidade de exportar o vídeo nos formatos FLV, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Adobe PDF e HTML.

¹² O Camtasia Studio é um software de criação de vídeo, desenvolvido pela TechSmith que permite que o usuário crie vídeos, como tutoriais, capturando a tela do computador permite ao usuário que logo após salve o vídeo, edite-o. Também pode transformar vídeos para alta definição (HD). O programa permite ao usuário o uso gratuito do programa por 30 dias, após este período o custo para a utilização do programa é de cerca de R\$800,00 (COSTA, 2015).

Para a divulgação das videoaulas, Bergmann e Sams (2012) apontam que existem diversas maneiras de divulgação e que esta depende de cada docente, bem como das políticas e normas da escola. No seu trabalho, eles utilizam um *website* de hospedagem. No presente trabalho, utilizou-se um ambiente virtual de aprendizagem denominado Drupal, que consiste em um software livre que possibilita criar e organizar conteúdos, modificar a aparência, automatizar tarefas administrativas e definir permissões e papéis para usuários e colaboradores. De fácil manuseio, conta com possibilidade de construção de blogs, ferramentas colaborativas e software de comunidades baseado em discussões. A escolha desse sistema é justificada pelo fato de que, além das vantagens já mencionadas, é o ambiente adotado pelo grupo de pesquisa MPEAC, ao qual pertencem os autores deste trabalho.

O Quadro 3, a seguir, descreve as etapas para a produção de uma videoaula.

Quadro 3 - Etapas para a produção de uma videoaula

<p>1) Planejamento da Aula</p>	<p>Primeiramente deve-se definir o objetivo da aula e averiguar se o vídeo é realmente a melhor ferramenta didática a ser utilizada. Após recomenda-se o uso do Power Point para a elaboração dos assuntos a serem discutidos. Os recursos tecnológicos e a forma de utilizá-los fica a critério do docente, quanto mais complexo for o vídeo maior será a necessidade de planejamento.</p>
<p>2) Gravação do Vídeo</p>	<p>Consiste em sentar diante do computador e começar a explanação do conteúdo a ser discutido. Caso o professor sinta necessidade pode escrever um roteiro para desenvolver melhor esta etapa.</p>
<p>3) Edição do Vídeo</p>	<p>A quantidade de edições depende das preferências pessoais de cada professor. O processo de edição toma um tempo considerável, porém permite que o professor elimine erros de gravação em vez de regravar todo o vídeo. Também possibilita que o professor enfatize ou reforce o que foi dito na gravação com pistas visuais que ajudem os alunos a compreender melhor o conteúdo.</p>
<p>4) Divulgação do Vídeo</p>	<p>A divulgação pode ser feita através de sites de compartilhamento de vídeo como o YouTube, ou ainda através de ambientes virtuais de aprendizagem. Existe a possibilidade de gravar as videoaulas em algum tipo de mídia como pendrive ou DVD para aqueles alunos que não possuem acesso à Internet.</p>

Por conseguinte, Bergmann e Sams (2012) descrevem algumas orientações de como devem ser as videoaulas produzidas: a) os vídeos devem ser breves, segundo os autores “um tópico é igual a um vídeo”; b) é importante mudar as inflexões de voz durante a apresentação para não a deixar muito monótona; c) se possível, produzir a videoaulas com outro professor, visto que isso torna a videoaulas mais estimulante, ver/assistir a um diálogo é mais atrativo do que um monólogo; d) pode-se acrescentar humor, neste caso os alunos podem adorar ou odiar, contudo sempre existe a possibilidade de avançar para aqueles que não gostarem; e) não desperdiçar o tempo dos alunos falando sobre o time de futebol ou se chove ou não, é importante manter o foco; e f) aumentar e diminuir o zoom, pois isso facilita a compreensão dos estudantes.

Apesar da grande atenção dedicada às videoaulas, elas não são o ponto forte da SAI. Seu maior benefício reside no fato de que o professor pode agir *a partir* dele, levando para sala de aula questionamentos, problematização e discussões, através de atividades e práticas que possam despertar o interesse do estudante e proporcionar formas mais criativas de desenvolvimento de ensino e aprendizagem (MORAN, 2008).

2.3.5 A sala de aula invertida na perspectiva construtivista

O termo Construtivismo ou Interacionismo é uma concepção epistemológica que surgiu no século XX introduzido por Jean Piaget, em reposta as linhas empirista e racionalista. O enfoque construtivista entende que a origem do conhecimento está na interação entre o sujeito e o objeto de conhecimento, ou seja, o conhecimento não pode ser concebido como algo inato ao sujeito (racionalismo ou apriorismo) e nem como algo adquirido por estímulos externos (empirismo), porém se desenvolve ao final de um longo processo genético.

Na concepção de Piaget, é crucial compreender que a criança assimila conceitos e constrói conhecimento, assim, em sua teoria descreve a evolução do conhecimento do nascimento até a adolescência, procurando compreender os mecanismos mentais que o indivíduo usa para perceber o mundo (FILHO; PONCE; ALMEIDA, 2009). Em sua análise, o ser humano se diferencia dos animais pela capacidade de ter um pensamento simbólico e abstrato, o que o levou à Epistemologia Genética, que estuda os mecanismos para o aumento do

conhecimento. Para Piaget o desenvolvimento intelectual do indivíduo está diretamente ligado as fases biológicas e também ao ambiente em que está inserido (FILHO; PONCE; ALMEIDA, 2009).

Piaget acredita que ao nascer o indivíduo traz consigo informações genéticas que serão responsáveis pelos esquemas de aprendizado a serem desenvolvidos, dado que, segundo ele, cada um, em sua estrutura biológica, tem marcas inatas que predis põem habilidades e fases de aprendizado comuns a todo sujeito, denominadas “Fases do Desenvolvimento”, as quais determinam a maturação de cada aprendizado, sendo elas: **1) Sensório Motor:** Ocorre de 0 a 2 anos. O conhecimento do mundo se dá através de sentidos e habilidades motoras; **2) Pré-Operatório:** Ocorre dos 2 aos 6 anos. Através de uma perspectiva individual inicia-se o uso de símbolos, palavras e números para a representação do mundo no qual estão presentes; **3) Operatório Concreto:** Ocorre dos 7 aos 11 anos. Capacidade de aplicar operações lógicas. Início da verificação das operações mentais, revertendo-as e entendendo mais de um aspecto da situação; **4) Operatório Formal:** Ocorre a partir dos 12 anos. O pensamento abstrato começa a se desenvolver, ou seja, especulações sobre situações hipotéticas, raciocínio dedutivo, planejamento e imaginação (MOREIRA,1999).

Na percepção de Piaget, o aluno precisa ser ativo na construção do seu conhecimento e para tal, propõe que o desenvolvimento cognitivo, base da aprendizagem, se dá através da *assimilação* e *acomodação*, chegando à teoria de que a adaptação, na qual o indivíduo faz esquemas, acontece unindo conhecimentos anteriores ao objeto novo. O aluno assimila a nova informação, e assim une esse novo conhecimento com os anteriores já esquematizados, *acomodando* essa nova informação, e dessa forma evoluindo seus esquemas cognitivos até que um novo desafio seja lançado, desestruturando o esquema para que o ciclo de aprendizagem seja reiniciado. Considerando a individualidade de aprendizado de cada um, Piaget afirma então que o aprendizado nada mais é que um processo de maturação contínuo, onde o que já foi aprendido busca equilíbrio com o que se está experimentando no momento, assim, o aprendizado atual será determinado de acordo com as vivências de cada um, e dessa forma o aluno assume papel ativo na construção do seu conhecimento (FILHO; PONCE; ALMEIDA, 2009).

Outro importante representante desta abordagem é Lev Vygotsky, caracterizado por alguns autores como socioconstrutivista, pois destaca em sua obra aspectos histórico-culturais com ênfase na psicologia do desenvolvimento. Ele foi o pioneiro em considerar a importância da linguagem e da interação social, fatores relevantes no desenvolvimento e aprendizagem, considerando a maturação biológica, de fundamental importância, diferente do que acontecia nas outras teorias da época onde não se considerava a relação entre o aprender e o interagir (MORAES; CARVALHO; NEVES, 2016). Vygotsky surge como contemporâneo de Piaget, porém, com a atenção voltada para a influência social no aprendizado. Enquanto Piaget foca seus estudos na relação do sujeito com o ambiente, Vygotsky prioriza um desenvolvimento intelectual ancorado em diversas relações, já que acredita que, para acontecer a aprendizagem, se faz necessário conhecer a si mesmo nos diversos papéis sociais. Embora sua teoria, em muitos aspectos, se assemelhe com a de Piaget, Vygotsky aponta falhas no que concerne ao não reconhecimento com o “ser histórico social” que cada um representa.

A concepção de aprendizagem de Vygotsky é baseada nas trocas entre indivíduo e meio externo, a qual é chamada de mediação. Este processo proporciona o desenvolvimento de funções psicológicas superiores, sendo a comunicação um tipo de mediação em que o instrumento utilizado é a linguagem. A linguagem viabiliza a “abstração e generalização de objetos” e a “transmissão e assimilação de informações e experiências”, “estabelecendo significados através da percepção e interpretação de objetos, eventos e situações”, processo este que se denomina internalização (REGO, 2010, p. 55).

Para uma melhor compreensão do processo de internalização é necessário entender o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) proposto por Vygotsky. Este seria uma aprendizagem que ocorre no âmbito psicológico e intelectual, onde representa a diferença entre a capacidade de um indivíduo resolver sozinho uma determinada tarefa ou problema (nível de Desenvolvimento Real) e a de resolvê-lo com a ajuda de uma pessoa mediadora (nível de Desenvolvimento Potencial), é, portanto, uma zona que se situa entre esses dois níveis de desenvolvimento. Dessa forma, mede-se o nível de desenvolvimento de determinadas funções em processo de maturação (MOREIRA, 1999).

Assim, o Desenvolvimento Real e o Desenvolvimento Potencial são ligados pela Zona de Desenvolvimento Proximal que nada mais é do que a elaboração de

atividades com os pares para que pensem, analisem e criem hipóteses sobre o assunto em questão e amadureçam seu conhecimento até que aquilo que antes era Desenvolvimento Potencial possa tornar-se Desenvolvimento Real permitindo-lhes uma evolução em seu aprendizado, possibilitando uma aprendizagem que acontece de fora para dentro. O professor assume papel de mediador dessa interação criando estratégias para que os alunos aprimorem seus conhecimentos.

Neste contexto, as concepções construtivistas, vão de encontro aos princípios básicos utilizados na SAI, pois coloca que o conhecimento é construído principalmente nas interações sociais. Na SAI, os estudantes têm a possibilidade de desenvolver funções psicológicas superiores como, por exemplo, a linguagem, a formação de conceitos, a atenção voluntária, o pensamento verbal, a afetividade, a partir do que seria uma ZDP. Dessa forma, tanto a tanto a epistemologia genética de Piaget quanto o socioconstrutivismo de Vygotsky, apesar de suas diferenças, caracterizam a educação digital, que pode ser considerado um fator importante na SAI.

Quando outras metodologias ativas são utilizadas dentro das concepções da SAI, também é possível identificar aspectos da teoria de Vygotsky. Por exemplo, é mais fácil compreender um determinado conceito, para determinado perfil de aluno, especialmente os mais tímidos, quando este é explicado pelo seu colega, visto que esse colega acabou de internalizar o conceito e, portanto, sabe as dificuldades de entendimento do outro, ou seja, quando se utiliza a Aprendizagem aos Pares. Já o professor, por estar a muito tempo em contato com os mesmos conceitos, acaba se familiarizando com eles e não compreende as dificuldades dos estudantes, o que pode ocasionar uma explicação mais polida ou distante da real necessidade do aluno (MAZUR, 1997). Já a Aprendizagem sob Medida está diretamente relacionada com a ZDP do aluno, pois envolve questões motivacionais, afinal ensinar algo que o aluno já sabe ou que está muito distante da sua capacidade intelectual é completamente ineficaz no processo de ensino e aprendizagem (REGO, 2010).

Dessa forma, o Desenho Metodológico proposto pelo professor, deve procurar atingir a zona que promove o desequilíbrio do aluno, para depois ocorrer a assimilação e, por fim, a internalização dos conceitos. Se o material proposto conseguir atingir estes objetivos, o aluno pode adquirir uma aprendizagem mais aprofundada.

Olhando em uma perspectiva Piagetiana, o indivíduo desencadeia um processo de desenvolvimento psicológico ao qual Piaget denomina de assimilação, acomodação e equilíbrio. A construção das estruturas de inteligência surge a partir das necessidades do meio, e a partir destas o indivíduo poderá reorganizá-las, vivenciando constantes mecanismos de assimilação de novos objetos a esquemas já existentes e mecanismos de ampliação do conhecimento em um processo de acomodação. O resultado das sucessivas acomodações e assimilações é a equilíbrio, ou seja, as estruturas que o indivíduo já construiu, não lhe permitem assimilar um novo objeto de conhecimento o que provoca uma perturbação no indivíduo o que exige uma equilíbrio (MOREIRA, 1999).

Nesse sentido, quando os alunos acessam previamente o conteúdo, na proposta da SAI, entende-se que o processo mental de assimilação é iniciado. Em uma próxima etapa, em sala de aula, onde os alunos são expostos a práticas e discussões em conjunto, ocorre o processo de acomodação, de forma que, é o equilíbrio entre esses dois processos que resulta no desenvolvimento cognitivo e na possível construção do conhecimento.

O Quadro 4 a seguir estabelece um comparativo entre os elementos presentes nas teorias de Vygotsky e Piaget:

Quadro 4 - Comparação entre as teorias de Vygotsky e Piaget

	Vygotsky	Piaget
Palavras Chave	▪ Interação Social	▪ Construção do conhecimento
Eixos da Teoria	▪ Mediação Simbólica ▪ ZDP	▪ Assimilação e Acomodação ▪ Esquema e Equilíbrio Estágios de desenvolvimento
Relação do Indivíduo com o meio	▪ Socialização ▪ Conhecimento compartilhado	▪ Adaptação ▪ Conhecimento Prévio
Papel do professor	▪ Intervir na ZDP para que ocorra aprendizagem	Desestruturar os esquemas de aprendizado dos alunos para a construção de novos esquemas
Perfil do Aluno	Participar ativamente no seu processo de ensino e aprendizagem	

Fonte: Adaptado de Freitas (2015).

Estas reflexões, nos levam a concluir que a aprendizagem, numa perspectiva construtivista, não se realiza apenas por memorização ou associação entre

estímulos e respostas. Ela, necessariamente, implica a atribuição de significados aos objetos de conhecimento, por meio da construção, revisão e conclusão de hipótese sobre este. Isto é possível, mediante atividades desafiadoras, que instiguem a dúvida, originando a incerteza dos alunos. Este é o papel do professor construtivista, onde o aluno é o centro da aprendizagem e o professor, o centro do ensino, em pé de igualdade (ROSA, 2003)

3 PESQUISA EM EDUCATION DESIGN RESEARCH

Neste capítulo, será detalhada a metodologia de pesquisa que norteou o trabalho descrito nesta tese. Conceituam-se o EDR, suas fases e os desafios enfrentados na abordagem desta metodologia de pesquisa.

3.1 METODOLOGIA

Em um processo de pesquisa, a metodologia compreende o detalhamento e elucidação de todas as ações desenvolvidas, como por exemplo: a explicação do tipo de pesquisa, da abordagem ou enfoque, dos instrumentos e técnicas utilizados para coleta e análise de dados, do tempo de realização da pesquisa e da atuação dos pesquisadores e dos participantes (MAZZARDO, 2018).

A pesquisa pode ser compreendida como “um processo de investigação orientada por um método, com o objetivo de levantar, explorar e analisar dados para a criação, formação e/ou renovação de áreas do conhecimento” (COMASSETTO, 2006, p. 91). O método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, de forma consistente, permite alcançar os objetivos da pesquisa.

De acordo com Moresi (2003), do ponto de vista de sua natureza, uma pesquisa pode ser caracterizada como Básica ou Aplicada. A pesquisa básica tem como objetivo criar conhecimentos novos, úteis ao avanço da ciência e a necessidade de aplicação prática, envolvendo verdades e interesses universais. Já a pesquisa aplicada tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática direcionados à solução de problemas específicos, geralmente envolvendo interesses locais.

Uma pesquisa pode ser desenvolvida de forma Qualitativa, de forma Quantitativa ou ambas. A abordagem qualitativa começou a ser utilizada na área das ciências sociais apenas no final do século XX, porém sem grandes avanços. Já na década de 60, ganhou maior destaque com o desenvolvimento de pesquisas por profissionais da área da educação (SÁNCHEZ, 2015).

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa qualitativa não se preocupa com uma representação numérica, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social específico, dessa forma a ênfase não está na

interpretação dos dados numéricos, e sim na compreensão do grupo. Em consonância, Minayo (2001, p. 36) diz que:

A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos, e dos fenômenos que não podem ser reduzidos, a operacionalização de variáveis. Aplicada inicialmente em estudo de Antropologia e Sociologia, como contraponto a pesquisa quantitativa dominante, tem alargado seu campo de atuação a áreas como a Psicologia e a Educação.

A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, ou seja, as informações podem ser extraídas, analisadas e classificadas a partir de dados numéricos. Esse tipo de pesquisa requer o uso de recursos e técnicas estatísticas, como, por exemplo, percentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc. (MORESI, 2003).

De acordo com Severino (2007), as designações pesquisa e metodologia qualitativa e quantitativa não se referem a uma modalidade específica. Portanto, o autor sugere a adoção das designações “abordagem quantitativa” e “abordagem qualitativa” as quais podem envolver diferentes referências epistemológicas.

Nesse contexto, a abordagem mista tem sido muito utilizada, visto que são utilizados tanto dados quantitativos como qualitativos, tendo em vista que qualquer campo de estudo envolve ambas abordagens. Bogdan e Biklen (1999, p. 194) afirmam que “os dados quantitativos são, por diversas vezes, incluídos na escrita qualitativa sob a forma de estatística descritiva”. Além disso, os autores destacam que na pesquisa qualitativa, a fonte dos dados é o ambiente natural onde os pesquisadores buscam dados nos sentidos e valores que os participantes atribuem aos temas da pesquisa. Apesar de concordar com as percepções dos autores, dado que em diversos momentos da análise foram utilizados dados quantitativos, classificou-se este trabalho como uma pesquisa de cunho qualitativo.

No design e desenvolvimento desta pesquisa, foi escolhido um percurso que envolve as concepções e procedimentos metodológicos do EDR ou Pesquisa em Design Educacional, uma pesquisa emergente ainda pouco utilizada no Brasil. A seguir detalhar-se-ão os aspectos e princípios da EDR.

3.2 EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH

As primeiras pesquisas atribuídas ao EDR surgiram na década de 1990, sendo conduzido pelos pesquisadores Ann Brawn e Alann Collins, definindo o EDR como uma abordagem inovadora para a pesquisa em educação (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017). Desde o seu surgimento recebeu diferentes denominações como por exemplo *Design Experiments, Formative Research, Developmental Research, Development Research, Design Research, Design-based Research* (WANG; HANNAFIN, 2005).

Uma das características mais marcantes da EDR é a possibilidade de “projetar” (design) o desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas que surgem no ambiente educacional visando uma melhor compreensão do ensino e aprendizagem. Segundo Nonato e Matta (2018), existe uma lacuna entre o conhecimento teórico proposto pela academia e descrito em várias pesquisas e a singularidade dos fenômenos sociais atribuídos a prática docente, e não é incomum ocorrer um certo desalinhamento entre o que é proposto pela academia e o que acontece dentro das escolas. De acordo com os autores, as pesquisas se propõem a desenvolver novos conhecimentos práticos para a educação, porém deixam de considerar as particularidades de cada contexto se valendo do pressuposto de que a ciência possui “um conhecimento universal”, o que dificulta a aplicabilidade deste conhecimento em novos contextos.

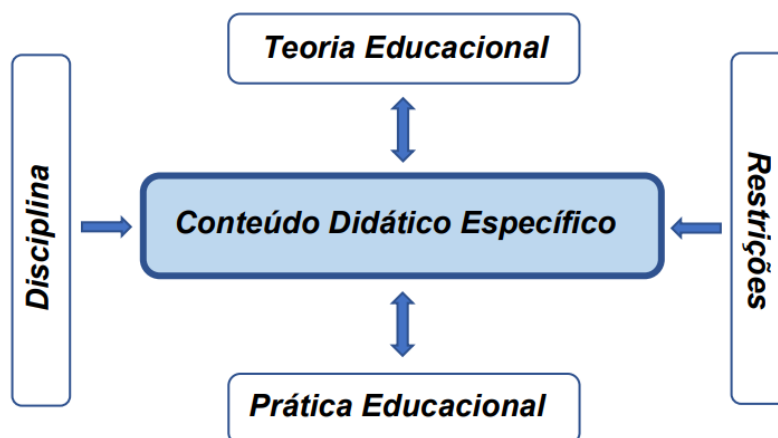
Não obstante essa consciência, ressurgem reiteradas queixas de certo alheamento da comunidade científica em relação à vida nas instituições e dos ambientes de educação. Essas queixas dão conta de uma dificuldade dos pesquisadores em se fazer entender pelos educadores, em traduzir seus achados em propostas concretas de práticas educacionais e dos atores da educação em se apropriar do conhecimento produzido pela academia. É verdade também que os problemas de pesquisa são, via de regra, retirados de sua ambiência natural e complexa para serem estudados isoladamente - fruto talvez da herança da tradição experimental das ciências naturais - e repropostos como soluções que, não raro, precisam de adaptação ao contexto educacional para dar respostas às demandas reais do trabalho pedagógico (NONATO; MATTA, 2018, p. 15).

Nesse sentido, surge a necessidade de um conhecimento que possa ajudar a compreender o que ocorre nas aulas de ciências, por exemplo, em termos de interação do professor, do aluno e de conteúdos, ou seja, uma teoria que

possibilitasse a interpretação e compreensão dos fenômenos educacionais (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

Assim a EDR surge para preencher essa lacuna que existe nas abordagens metodológicas na pesquisa em educação, pode ser utilizada para planejar, implementar e avaliar práticas para a resolução de problemas que ocorrem no “chão da escola”, pois é justamente neste espaço que se encontram aspectos e situações reais de sala de aula que normalmente são deixadas a cargo do professor. A Figura 4, a seguir, ilustra os aspectos acima discutidos.

Figura 4 - Atuação da pesquisa em EDR



Fonte: Adaptado de Kneubil e Pietrocola (2017).

A EDR propõe a junção do pensar e do fazer ciência, reunindo os diversos sujeitos do processo pedagógico como pesquisadores em um contexto só, diminuindo assim, a separação entre os que pesquisam e os que aplicam tais conhecimentos (NONATO; MATTA, 2018).

Para McKenney e Reeves (2012), a pesquisa em EDR necessita ser conduzida no contexto em que a problemática educacional foi encontrada, em outras palavras, a investigação empírica não pode ser realizada em circunstâncias nas quais existe a possibilidade de controle de variáveis, como, por exemplo, o ambiente de laboratório. Assim, na área da educação, ela pode ser aplicada em estudos que investigam estratégias mais adequadas ao uso de recursos educacionais, ação docente, dentre outros.

Entretanto, os referidos autores apontam que é primordial que a pesquisa seja cuidadosamente estruturada para garantir o desenvolvimento do conhecimento teórico, a fim que este permita que a solução desenvolvida em um contexto particular possa ser generalizada para outros locais que contenham problemas similares àqueles que motivaram o desenvolvimento da pesquisa e, dessa maneira, gerar conhecimentos úteis ao trabalho de outros professores ou pesquisadores.

A pesquisa baseada em EDR tem por finalidade o gerenciamento do processo como um todo, desde a criação da metodologia, passando pela implementação em ambiente real e análise do processo inteiro e não apenas dos resultados finais, visto que estes deverão ser incorporados na própria metodologia, visando o seu aprimoramento. Desse modo, uma concepção fundamental da EDR é seu funcionamento em ciclos, ou seja, o que é aprendido em uma primeira aplicação, denominado de design, deve ser utilizado nas demais aplicações (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

Nesse sentido, fica claro que o conceito de EDR vai além do preparo de material didático novo para um contexto específico, ele consiste em aliar conhecimentos oriundos da teoria com as percepções relacionadas à etapa prática, o que permite compreender fatores importantes no processo de validação da metodologia.

Por conseguinte, a preocupação da relação entre teoria e prática permite considerar que a EDR é uma teoria sobre a metodologia que organiza, de maneira coerente, a validação de novos materiais didáticos em sala de aula e, com isso, proporcionar uma possível inovação pedagógica (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

3.2.1 Características da EDR

A EDR é um tipo de metodologia de pesquisa com características pontuais que a diferencia dos demais tipos de pesquisa e apontam o seu potencial. Van den Akker *et al.* (2006) destaca as seguintes:

- a) intervencionista: a pesquisa tem por objetivo principal a elaboração de uma intervenção para uma situação concreta no ambiente escolar;
- b) iterativa: a pesquisa é composta por ciclos de análise, projeto e desenvolvimento de avaliação e revisão;

- c) orientada para o processo: o ponto crucial está no aperfeiçoamento das intervenções;
- d) orientada para a utilidade: o sucesso de um projeto pode ser mensurado, em parte, por sua praticidade e no uso de contextos reais;
- e) orientada para a teoria: o projeto é embasado na estrutura conceitual e proposições teóricas. Ainda, a constante avaliação da práxis pedagógica contribui para o aprimoramento da teoria.

Assim, a EDR possibilita o envolvimento dos participantes com uma colaboração ativa em várias etapas da pesquisa, o que pode permitir que a intervenção se torne relevante e prática para o contexto educacional o que aumenta sua chance de ser bem-sucedida.

Mais uma característica muito interessante da EDR é que ela permite o uso de métodos quantitativos e qualitativos (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Com a evolução da pesquisa e o surgimento de novas questões, os métodos podem variar, aumentando assim a objetividade, a validade e a aplicabilidade o que potencializa a credibilidade da pesquisa.

Nesse sentido, é preciso frisar, mais uma vez, que a EDR atua em duas frentes: a teoria e a prática, por isso o seu caráter intervencionista. O conhecimento teórico é fundamental nas pesquisas em EDR e pode ser adquirido durante ou posteriormente a etapa de implementação. Segundo McKenney e Reeves (2012), nas pesquisas em EDR, é necessária a busca de vários tipos de teoria em conjunto ao avanço do projeto.

Assim sendo, pode-se perceber que a contribuição prática na EDR apresenta vários aspectos importantes na concepção de pesquisa. O grupo de pesquisa MPEAC, do qual a presente autora faz parte, desenvolve uma metodologia que se baseia nos conceitos da EDR, onde discute-se resolução de problemas existentes na sala de aula.

Portanto, as características discutidas tentam elucidar as concepções e as principais características da EDR. Pautados nisso, é possível identificar que esta metodologia pode ter uma importante aliada: a tecnologia. A pesquisa na literatura aponta para o fato de que a aplicação da EDR se destaca muito no campo das mídias e tecnologias. A seguir detalhar-se-á de que forma a EDR pode ser desenvolvida e aplicada em ambientes de ensino e aprendizagem.

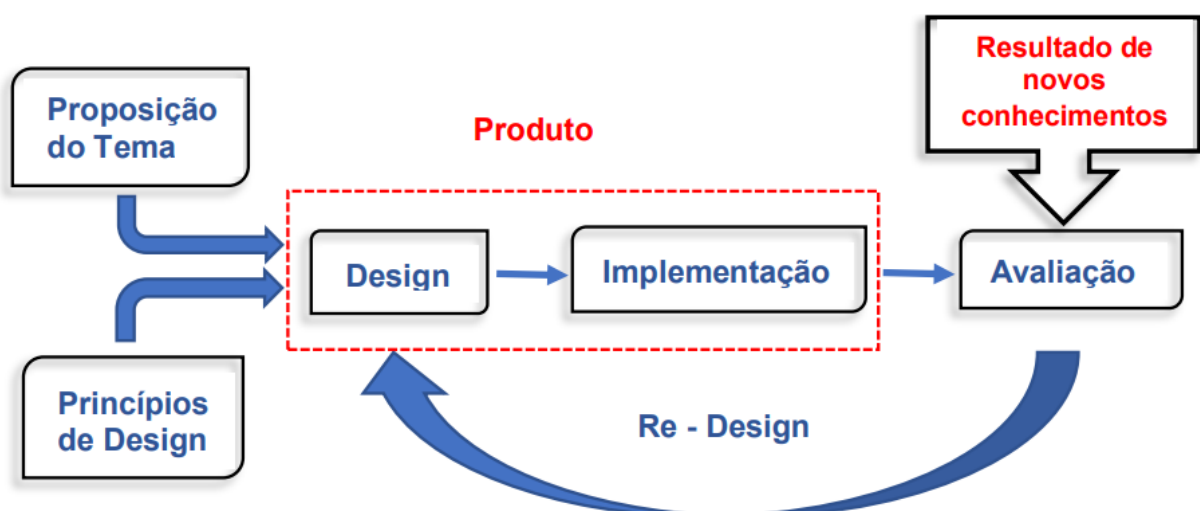
3.2.2 Modelos de design, desenvolvimento e implementação da EDR

Devido a sua imensa flexibilidade, a EDR viabiliza diversos tipos de modelos com diferentes números de fases (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017; MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014; MCKENNEY; REEVES, 2012; REEVES, 2006), contudo existem pontos em comum em todos os trabalhos:

- a) em um primeiro momento, é realizada a definição do problema, a fundamentação teórica e a análise do contexto;
- b) em uma próxima fase, ocorre então o desenvolvimento da proposta para a possível resolução do problema de pesquisa – o design;
- c) após, acontece a implementação da intervenção. Coleta de informações, análises do material produzido e dados obtidos. Aplicação dos ciclos iterativos e refinamento do re-design;
- d) depois da última aplicação de cada modelo, é realizada a avaliação final e as contribuições teórica e práticas da pesquisa.

No desenvolvimento desta pesquisa, foi utilizado o modelo proposto por Kneubil e Pietrocola (2017), cujas fases são ilustradas pela Figura 5 e discutidas a seguir.

Figura 5 - Etapas do desenvolvimento da metodologia baseado em EDR



Fonte: Adaptado de Kneubil e Pietrocola (2017).

A metodologia descrita nesta tese foi elaborada, implementada e analisada de acordo com cinco etapas: 1) Proposição do tema/princípios de design; 2) design; 3)

implementação; 4) avaliação; e 5) re-design (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017). A seguir, serão detalhadas e discutidas cada uma delas.

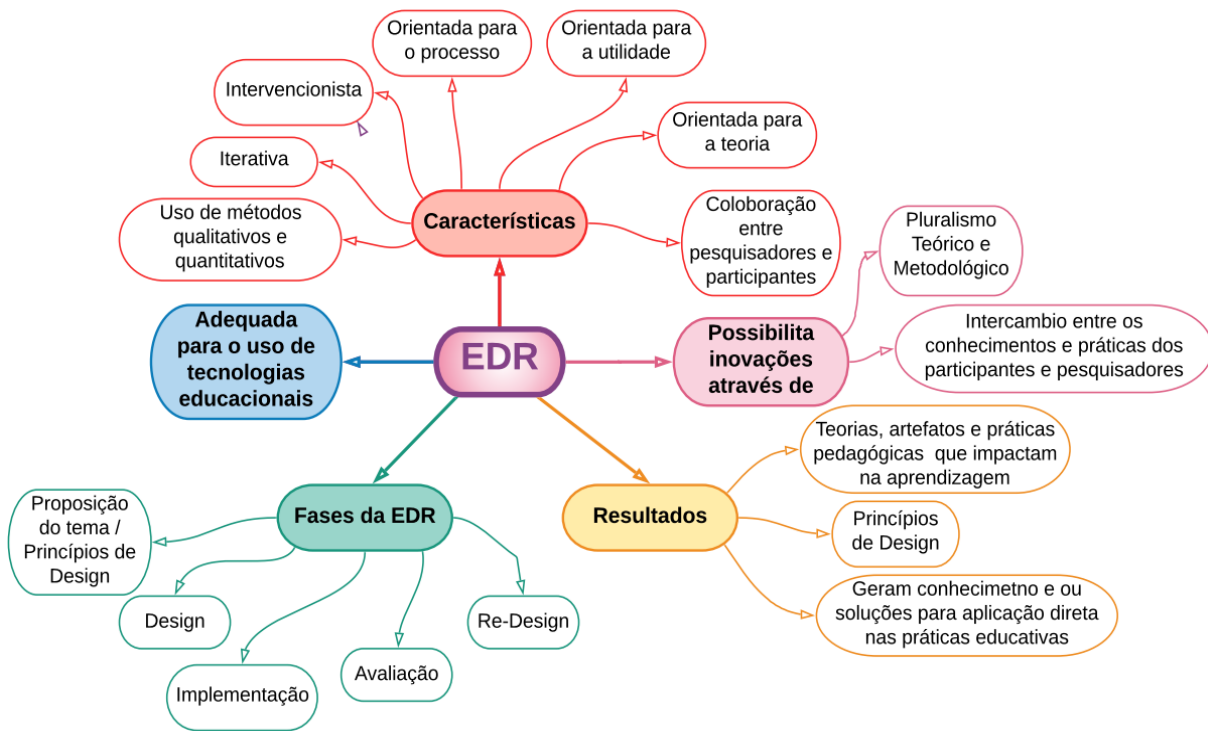
- a) Proposição do Tema/Princípios de Design: é nesta etapa que surge a motivação para o desenvolvimento da pesquisa, que pode se dar por diferentes fatores, tais como a observação dos problemas enfrentados em sala de aula e uma possível solução para estes. O problema emerge de uma proposta de solução com interesse no processo cognitivo partilhado pelo pesquisador e pelos outros agentes envolvidos no processo educacional, característica fundamental na proposta do EDR. Após a seleção do tema e a definição do problema de pesquisa, é preciso a busca dos referenciais teóricos que darão o embasamento necessário à pesquisa, dado que, apesar da EDR ter um caráter metodológico, não se pode desconsiderar o papel dos pressupostos teóricos. Os princípios de design são os norteadores da elaboração da metodologia que será produzida na etapa de Design. Os princípios de design e a proposição do tema são discutidos nos capítulos 3 e 4, respectivamente;
- b) Design: compreende todo o desenvolvimento da metodologia proposta e deve ser baseado nos princípios de design que funcionam como pilares teóricos sobre os quais a metodologia se apoia enquanto é produzida. Os princípios de design são muito gerais e não estão relacionados a um conteúdo específico e, portanto, não estruturam as atividades propostas na metodologia. Por isso, se faz necessário estabelecer objetivos específicos que se relacionem com o conteúdo em si e que devem ser desenvolvidos nesta etapa pela equipe de pesquisa, que pode ser formada por professores e pesquisadores. Por esse motivo, a união dessas duas primeiras etapas deve gerar um material didático que pode ser usado por outros professores como uma espécie de guia que contém um roteiro da sequência didática, os objetivos específicos, os conteúdos abordados e as atividades sugeridas. Pode conter, ainda, sugestão de outras leituras, gabaritos, comentários sobre pontos relevantes, formas de abordagem, etc.;
- c) Implementação: é uma etapa de suma importância para o processo, pois é nela que será gerado todo o material que se transformará em dados para a análise. É interessante que o indivíduo que irá implementar a metodologia tenha participado da etapa de design, visto que isso possibilita uma melhor

qualidade deste processo. O professor é o protagonista real nesse sistema de ensino, portanto, o sucesso ou não da implementação passa por ele. Nesta tese, a professora responsável pelas turmas é também pesquisadora e autora do trabalho;

- d) Avaliação: verificam-se os resultados da implementação baseados nos objetivos traçados no design e nos princípios de design. É importante avaliar se a implementação transcorreu de modo que os resultados se aproximaram do que era esperado em termos de ensino e aprendizagem. Conforme apontam Kneubil e Pietrocola (2017, p. 13), “essa etapa do processo está intimamente relacionada à coleta de dados que serão analisados visando o re-design”;
- e) Re-design: esta última etapa consiste em analisar os resultados da avaliação, verificar o que realmente funcionou ou não e replanejar a metodologia para uma próxima aplicação. É por este motivo que o processo é cíclico, ou iterativo, podendo ser implementado diversas vezes. O re-design serve também como fonte para alertar e prevenir o professor sobre as próximas implementações e os obstáculos a serem enfrentados em relação a todo o processo de ensino e aprendizagem.

A Figura 6 apresenta uma síntese das concepções discutidas até o momento.

Figura 6 - Mapa conceitual sobre as concepções da metodologia de pesquisa EDR



Fonte: Adaptado de Mazzardo (2018).

4 DESENHO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA

Nesse capítulo, descrever-se-á o Desenho Metodológico elaborado para o ensino dos conceitos de Físico-Química. Para tal, buscou-se desenvolvê-lo baseado nas 5 etapas do EDR: 1) Proposição do tema/princípios de design; 2) design; 3) implementação; 4) avaliação; e 5) re-design. Dado que todas estas fases já foram detalhadas no capítulo 3, neste capítulo será descrito de que forma se deu a elaboração, implementação e análise do Desenho Metodológico.

4.1 PROPOSIÇÃO DO TEMA/PRINCÍPIOS DE DESIGN

4.1.1 Contexto de aplicação e perfil da escola

A escola onde o Desenho Metodológico descrito nesta tese foi implementada é uma escola pública estadual localizada no centro de Santa Maria/RS. Atualmente conta com um quadro de 72 professores, 11 funcionários e cerca de 800 alunos distribuídos em turmas de 1^a, 2^a, 3^a séries de E.M. Regular e Educação de Jovens e Adultos, nos turnos da manhã, tarde e noite. A escola possui uma boa infraestrutura e possui 28 salas, onde 4 delas estão equipadas com multimídia. Possui, ainda, salão de eventos, laboratório de Química, laboratório de Biologia, laboratório de Artes, laboratório de Literatura, laboratório de Informática e biblioteca. Todas as salas são refrigeradas.

Devido a sua localização central, a escola recebe estudantes de todas as partes da cidade, o que gera a formação de turmas com as mais variadas características econômicas e sociais. A pesquisadora e autora desta tese atua nesta escola a 4 anos e os participantes desta pesquisa são alunos de uma turma de 2^a série do E.M. Regular do turno da manhã, composta por 26 estudantes com idades que variavam dos 16 anos aos 18 anos. O projeto piloto começou a ser aplicado no ano de 2017, sendo aplicado também nos outros dois anos seguintes. Nesta tese é discutida a aplicação dos resultados obtidos no ano de 2019.

A escola tem uma boa reputação sobre a qualidade de ensino na cidade e os alunos participam de vários eventos promovidos pelas universidades, como, por exemplo, a Jornada Acadêmica Integrada (JAI), promovida pela UFSM, onde sempre são premiados e conseguem ótimas avaliações. Vários alunos conseguem aprovações nos vestibulares da mesma universidade e das demais universidades

que a cidade dispõe. Portanto, apesar de haver algumas exceções, grande parte dos estudantes manifesta interesse em dar continuidade aos seus estudos, sejam eles de nível técnico ou superior.

Antes da elaboração do Desenho Metodológico foi feito um levantamento sobre a disponibilidade de acesso à internet pelos alunos e por qual meio eles tinham tal acesso. Em suas respostas, 100% dos estudantes disseram possuir acesso à internet, e 92% disseram que a acessavam por meio do telefone celular. A importância desse levantamento se dá pelo fato das possíveis adaptações a serem feitas na metodologia como por exemplo a visualização das videoaulas e do site ser possível pelo aparelho celular. Alguns estudantes relataram possuir um plano de internet reduzido, mas com acesso ilimitado a redes sociais e YouTube, dessa forma a estes estudantes foi disponibilizado outras formas de envio das atividades como através dos aplicativos das redes sociais como o Messenger e não apenas pelo site onde as atividades foram disponibilizadas.

4.1.2 Observações docentes e problema de pesquisa

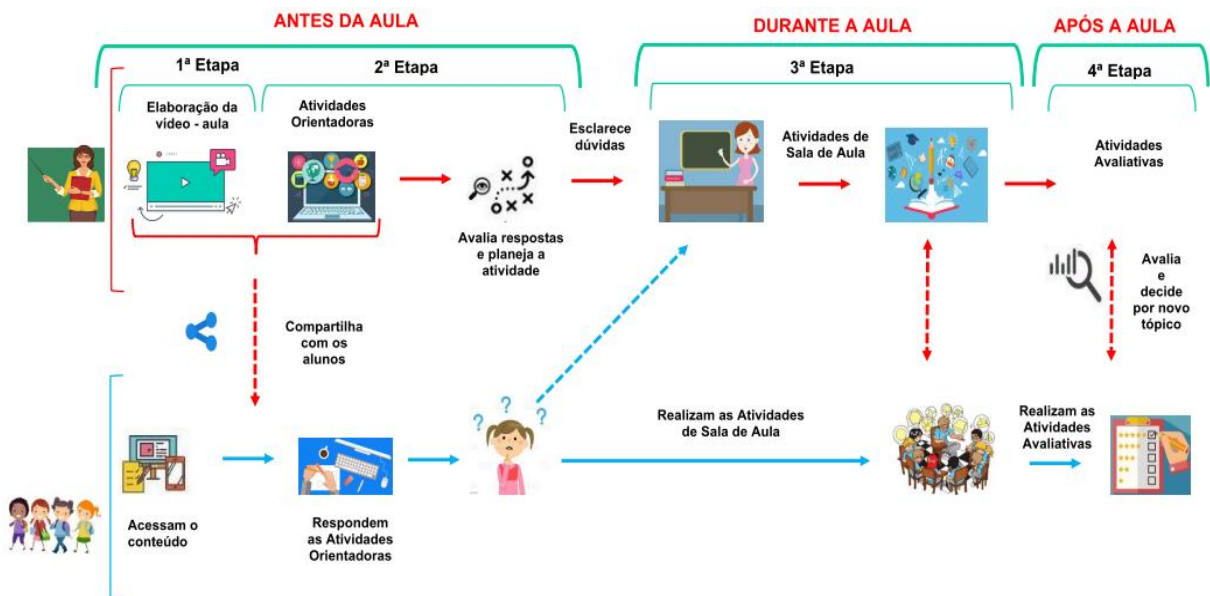
A docente a muito se incomodava com o fato de observar que o tempo de sala de aula era mal utilizado e que pouco conseguia contribuir para a aprendizagem dos alunos, mais especificamente para o ensino de Físico-Química, um tópico do ensino de Química abordado na 2ª série do E.M. Essa modalidade de ensino, em particular, necessita da resolução de diversos problemas que envolvem cálculos. O que ocorria era que o tempo de sala de aula era quase que totalmente utilizado para explicação de conceitos, sobrando pouco tempo para a resolução dos problemas.

Dessa forma, esses problemas ficavam para serem resolvidos em casa, sem a ajuda do professor, a maioria dos estudantes não conseguiam resolver os problemas sozinhos, o que gerava grande frustração e, portanto, a desistência em realizar as atividades. Na próxima aula, grande parte dos alunos não havia feito as atividades e não conseguia tirar todas as dúvidas durante a correção. Assim, as dúvidas se acumulavam e os resultados se refletiam nas avaliações que demonstravam que eles estavam com sérios problemas de compreensão. Daí surgiu o referido problema de pesquisa.

4.2 DESIGN

Para o desenvolvimento do Desenho Metodológico utilizado para o ensino dos conceitos de Físico-Química, procurou-se construir quatro etapas, onde trabalhou-se uma parte conceitual e uma parte procedimental que contemplem diversos tipos de atividades e com objetivos diferentes. A Figura 7 e o Quadro 5 ilustram cada uma das etapas desenvolvidas bem como seus objetivos, logo após serão descritas em detalhes todas estas etapas.

Figura 7 - Ilustração das etapas que compõe o Desenho Metodológico proposto para o ensino dos conceitos de Físico-Química



Fonte: Da autora (2020).

Quadro 5 - Descrição das etapas desenvolvidas no Desenho Metodológico e seus objetivos

	Em casa		Em sala de aula	
	1ª Etapa: videoaulas	2ª Etapa: Atividades Orientadoras	3ª Etapa: Atividades de Sala de Aula	4ª Etapa: Atividades Avaliativas
Metodologia	Produção de videoaulas.	Elaboração das Atividades Orientadoras.	Elaboração da aula presencial e das Atividades de Sala de Aula.	Elaboração de questões com os mesmos objetivos desenvolvidos nas etapas anteriores.

(Continua)

(Conclusão)

	Em casa		Em sala de aula	
	1ª Etapa: videoaulas	2ª Etapa: Atividades Orientadoras	3ª Etapa: Atividades de Sala de Aula	4ª Etapa: Atividades Avaliativas
Objetivo	Discutir os conceitos dos conteúdos químicos.	Analisar o que os alunos compreenderam e o que não compreenderam olhando as videoaulas e assim elaborar a aula presencial bem como as Atividades de Sala de Aula.	Aplicar os conceitos abordados nas videoaulas; Estimular a interação aluno-professor e aluno-aluno.	Avaliar o desempenho dos alunos de forma individual; Averiguar o que ainda não foi compreendido.

Fonte: Da autora (2020).

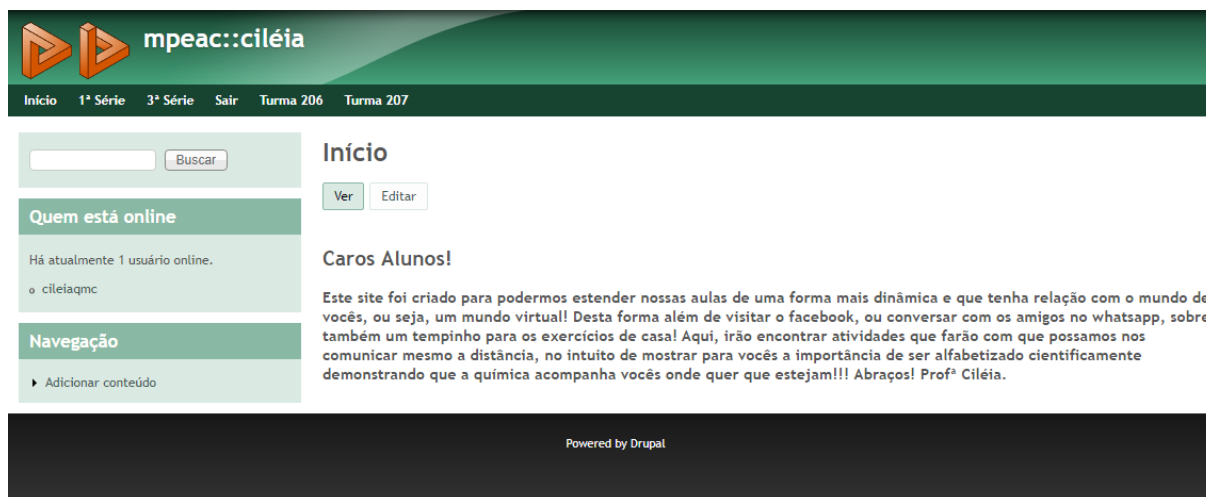
4.2.1 1ª Etapa

Para a exposição e discussão de conceitos relacionados aos conteúdos químicos desenvolvidos na 2ª série do E.M. foram utilizadas videoaulas criadas e produzidas pela autora desta pesquisa. Para tal, utilizou-se um software gratuito denominado *Activie Presenter*, o qual grava vídeos da tela do computador, além disso o programa oferece as opções de edição e exportação de vídeos. As aulas foram desenvolvidas através do programa de Power Point. A elaboração da aula já trazia em sua estrutura o roteiro de gravação, com as informações, imagens e esquemas mais relevantes a serem discutidas e que apareciam no momento mais apropriado, para a explanação dos conceitos. Após a elaboração da apresentação em Power Point, a videoaula era gravada e editada através do *Activie Presenter*. Por conseguinte, estes vídeos eram disponibilizados em um site¹³ criado pelo professor orientador e administrado por ele e pela autora desta pesquisa. Para a criação deste site, utilizou-se um Sistema de Gerenciamento de Conteúdo denominado Drupal, que consiste em um software livre que possibilita criar e organizar conteúdos, modificar a aparência, automatizar tarefas administrativas e definir permissões e papéis para usuários e colaboradores. De fácil instalação e configuração, conta com possibilidade de construção de blogs, ferramentas colaborativas e software de comunidades baseado em discussões. Este site é de acesso restrito aos alunos, aos professores e aos pesquisadores. Para tal, os alunos foram cadastrados no site

¹³ Disponível em: <http://boltz.ccne.ufsm.br/st04/>.

através de um e-mail e receberam um usuário e uma senha para poder ter acesso aos conteúdos. As videoaulas também ficaram disponíveis em um canal do YouTube¹⁴, criado pela autora para o desenvolvimento do trabalho descrito nesta tese. A interface da página inicial do site é demonstrada na Figura 8, a seguir.

Figura 8 - Página inicial do site onde as atividades foram desenvolvidas



Fonte: MPEAC (2019).

Dessa maneira, os alunos deveriam assistir às videoaulas e escrever as possíveis dúvidas que surgissem durante a exposição dos mesmos. Essa etapa poderia ser realizada em casa ou qualquer outro ambiente que não fosse o de sala de aula.

4.2.2 2ª Etapa

Foram desenvolvidas questões que abordavam os conceitos discutidos nos vídeos. Estas possuíam uma característica investigativa, pois o objetivo era o de analisar quais aspectos do conteúdo haviam sido compreendidos pelos estudantes e quais não, e ainda orientar a docente na forma de elaboração das atividades da próxima etapa, assim foram denominadas de *Atividades Orientadoras*. Da mesma forma que a etapa anterior, as Atividades Orientadoras foram postadas no site e essa tarefa deveria ser efetuada em casa e, após, enviada à professora, para que

¹⁴ Disponível em:
https://www.youtube.com/channel/UCJ2kRnG8gNzunY9qXHqDvTg?view_as=subscriber.

fosse possível uma análise da compreensão dos estudantes sobre os assuntos discutidos na videoaulas. Desse modo, as questões foram divididas em grupos e classificadas pelos autores do trabalho de acordo com o seu objetivo, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Classificação das questões da 2ª Etapa

Atividades Orientadoras	Objetivo
Conceitual	Abordar o conceito a respeito dos conteúdos discutidos nas videoaulas.
Interpretativa	Interpretação das videoaulas.
Aplicativas	Relacionar e aplicar o conceito estudado às questões.
Outros assuntos	Discutir questões que não são explanadas nos vídeos.

Fonte: Da autora (2020).

O Quadro 7 traz exemplos das questões desenvolvidas nesta etapa.

Quadro 7 - Exemplos das Atividades Orientadoras desenvolvidas na 2ª Etapa

Módulos de ensino	Atividades Orientadoras		
	Conceitual	Interpretativa	Aplicativa
Módulo 1A	1) O que são cálculos estequiométricos?	1) Corrija os erros que existem nas afirmações abaixo: a) Na reação: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}$ pode-se dizer que 1 mol de Fe_2O_3 produziu 3 mols de Carbono (C). b) Na reação: $2\text{NaN}_3 \rightarrow 2\text{Na} + 3\text{N}_2$, pode-se dizer que se formou 23g de Na.	1) O cloreto de cálcio (CaCl_2) é produzido a partir da reação de ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de cálcio – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ segundo a reação: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Qual a massa de ácido clorídrico necessária para produzir 1 Kg de cloreto de cálcio?
Módulo 1B	1) Qual a diferença entre um cálculo estequiométrico e um cálculo estequiométrico de rendimento? 2) Como podemos identificar que estamos resolvendo um problema de reagente em excesso?	1) Por que se usa reagente em excesso em uma reação?	1) O inseticida DDT ($\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$) é fabricado a partir de cloro-benzeno ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$) e cloral ($\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}$), de acordo com a equação: $2\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{C}_2\text{HCl}_3\text{O} \rightarrow \text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5 + \text{H}_2\text{O}$ Partindo-se de 1Kg de cloro-benzeno e admitindo-se rendimento de 80%, qual será a massa de DDT produzida?

(Continua)

(Continuação)

Módulos de ensino	Atividades Orientadoras		
	Conceitual	Interpretativa	Aplicativa
Módulo 1B			<p>2) Observe a reação de formação do Sulfeto de Ferro: $Fe + S \rightarrow FeS$ Identifique qual o reagente em excesso e qual o reagente limitante quando 56g de ferro são colocados para reagir com 40g de enxofre. (Dados Massa Fe = 56g, Massa S= 32g).</p>
Módulo 2A	<p>1) Uma mistura de gasolina e água pode ser considerada uma solução? Justifique.</p> <p>2) Qual o significado das concentrações que aparecem no canto direito do primeiro slide na videoaula?</p>	<p>1) O C.S do açúcar é 33g/100 mL de água à 20 °C. Qual o significado desta informação em termos de solubilidade?</p>	<p>1) Classifique as soluções abaixo em Insaturadas, Saturada ou Supersaturada:</p> <p>a) 330g de açúcar em 1 L de água à 20 °C. (C.S= 330g/1L de H₂O à 20°C)</p> <p>b) 50g de KCl em 1L de água à 20 °C . (C.S= 74g/1L de H₂O à 20°C)</p>
Módulo 2B	<p>1) Reescreva a seguinte frase utilizando termos químicos referente ao assunto soluções.</p> <p>“Este suco de laranja está muito fraco, prefiro mais forte”</p>	<p>1) No rótulo de um frasco de laboratório lê-se: NaOH (aq) C = 30 g/L</p> <p>Isso significa que:</p> <p>a) Trata-se de uma solução de ___ dissolvida em _____</p> <p>b) Em 1 litro dessa solução existem ___g de NaOH.</p> <p>c) Em 500 mL dessa solução existem __g de NaOH.</p>	<p>1) 400 mL de uma solução aquosa contém 80 g do medicamento Gardenal, utilizado como antidepressivo do Sistema Nervoso Central.</p> <p>a) Qual a sua concentração em g/L?</p> <p>b) Que volume dessa solução deve ser injetado em um paciente a fim de que ele receba 2,0 g do medicamento?</p>
Módulo 2C	<p>1) Qual o significado das concentrações que aparecem no canto direito do primeiro slide na videoaula?</p>	<p>1) Em uma garrafa de água lê-se, entre outras informações:</p> <p>Conteúdo = 1,5 L</p> <p>Nitrato de Sódio = 6 ppm</p> <p>Qual o significado destas informações?</p>	<p>1) Um químico preparou uma solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) pesando 53g do sal, dissolvendo e completando o volume para 2000 mL. Qual foi a molaridade da solução preparada? Dados: C = 12 u; O = 16 u; Na = 23 u</p>
Módulo 2D	<p>1) O que significa o ato de diluir?</p>	<p>1) Na videoaula, no segundo slide aparece uma figura no canto direito do vídeo com três frascos contendo soluções, numerados de 1 a 3. Coloque estas soluções em ordem crescente de concentração.</p>	<p>1) Qual volume de água deveremos adicionar a 60 cm³ de solução de NaCl de concentração 40g/L, tal que a concentração diminua para 5,0 g/L?</p>

Módulos de ensino	Atividades Orientadoras		
	Conceitual	Interpretativa	Aplicativa
Módulo 3A	<p>1) Dê exemplos de processos endotérmicos e exotérmicos diferentes daqueles que aparecem na videoaula.</p>	<p>1) Ao colocarmos uma roupa para secar no varal podemos classificar este processo como endotérmico ou exotérmico? Justifique.</p>	<p>1) Com relação às reações abaixo, marque V ou F:</p> $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + 94,03 \text{ kcal}$ $\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{(g)} + 1/2 \text{ O}_2\text{(g)} - 68,4 \text{ kcal}$ <p>a) () As duas reações são endotérmicas. b) () A primeira reação libera calor e a segunda absorve calor. c) () A primeira reação absorve calor e a segunda libera calor. d) () As duas reações são endotérmicas.</p>
Módulo 3B	<p>1) Quais foram os tipos de Entalpia discutidos nesta videoaula?</p>	<p>1) Dos tipos de Entalpia discutidos qual SEMPRE será um processo Exotérmico?</p>	<p>1) O gás hidrogênio pode ser obtido pela reação balanceada:</p> $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(v)} \rightarrow \text{CO(g)} + 3 \text{ H}_2\text{(g)}$ <p>Dadas as entalpias de formação em kJ/mol, $\text{CH}_4 = -75$, $\text{H}_2\text{O} = -287$ e $\text{CO} = -108$, qual será entalpia da reação? APRESENTAR CÁLCULO.</p> <p>a) + 254 kJ b) - 127 kJ c) - 470 kJ d) + 508 kJ e) - 254 kJ</p>
Módulo 3C	<p>1) Para que serve a lei de Hess? Em qual situação podemos utilizar esta lei?</p>	<p>1) Porque, no exemplo 3, mesmo sendo uma reação de combustão não há presença de gás carbônico (CO_2) no produto da reação?</p>	<p>1) Agora é a sua vez. Vamos tentar calcular o ΔH da seguinte reação:</p> $2 \text{ NO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$ <p>A partir das etapas intermediárias:</p> $\text{N}_2\text{(g)} + 2 \text{ O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{ NO}_2\text{(g)}$ $\Delta H_1 = +67,6 \text{ kJ}$ $\text{N}_2\text{(g)} + 2 \text{ O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$ $\Delta H_2 = +9,6 \text{ kJ}$ <p>a) -58,0 kJ b) +58,0 kJ c) -77,2 kJ d) +77,2 kJ e) +648 kJ</p> <p>APRESENTAR O CÁLCULO!</p>

Fonte: Da autora (2020).

Após a conclusão dessas duas primeiras etapas e antes da aplicação da terceira, eram discutidas, em sala de aula, as Atividades Orientadoras em que os estudantes apresentaram maiores dificuldades, elucidando as dúvidas que surgiram

durante a execução das mesmas. Os estudantes tinham um prazo, que variou de 5 a 7 dias, para realizar as atividades propostas na 1ª e 2ª etapas.

4.2.3 3ª Etapa

Foram elaboradas questões que continham diversos objetivos, sendo que estes eram ancorados na análise das respostas dos alunos às Atividades Orientadoras. Dessa forma, eram analisadas as respostas dos alunos à estas atividades e averiguado em quais delas os alunos apresentaram maiores dificuldades. Eram estas que recebiam maior destaque em sala de aula. De forma geral, os objetivos eram, analisar as habilidades de leitura e interpretação, questões aplicativas, onde o objetivo era o de analisar a capacidade dos alunos em associar e aplicar os conceitos estudados em fatos do cotidiano. Buscou-se trazer atividades que, de acordo com os critérios dos autores da pesquisa, se enquadrem nas classificações de níveis médio, fácil e difícil. Contudo, compreende-se que, para os estudantes, esta classificação possa ser diferente. Além dessas questões, também foram propostos problemas e experiências no laboratório, a estas chamam-se de *Atividades de Sala de Aula*. Essa etapa foi realizada em sala de aula e aos pares, com orientação e assistência da docente durante todo o processo, ou seja, quando surgiam dúvidas, as quais eles não conseguiam resolver entre eles, recorriam ao auxílio da docente. É importante ressaltar que ao elaborar essas questões, procurou-se abranger diferentes níveis de dificuldades, levando em consideração o nível de compreensão dos estudantes. O Quadro 8 demonstra exemplos das atividades desenvolvidas nesta etapa.

Quadro 8 - Exemplos das Atividades de Sala de Aula desenvolvidas na 3ª Etapa

MÓDULOS DE ENSINO	ATIVIDADES DE SALA DE AULA		
	Nível Fácil	Nível Médio	Nível Difícil
Módulo 1A	<p>1) Dada a reação não-balanceada:</p> $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ <p>Qual o número de mols de átomos de zinco que reagem completamente com 20 mols de ácido clorídrico (HCl)?</p>	<p>1) O óxido nitroso, N_2O, é conhecido como gás hilariante e foi um dos primeiros anestésicos a ser descoberto. Esse pode ser obtido pelo aquecimento cuidadoso de nitrato de amônio sólido (NH_4NO_3).</p> <p>a) Escreva a equação da decomposição por aquecimento do nitrato de amônio em óxido nitroso e água.</p> <p>b) Calcule a massa de nitrato de amônio necessária para se obter 880 g de óxido nitroso. (Dados: massas atômicas -H = 1; N = 14; O = 16)</p>	<p>Já na pré-história, o homem descobriu como trabalhar metais. Inicialmente o cobre, depois o estanho, o bronze e o ouro. Por volta de 1500 a.C., ele já trabalhava com o ferro. É bem provável que este metal tenha sido encontrado nas cinzas de uma fogueira feita sobre algum minério de ferro, possivelmente óxidos de ferro (II) – FeO – e óxido de ferro (III) – Fe_2O_3. Estes óxidos teriam sido quimicamente reduzidos a ferro metálico (Fe) pelo monóxido de carbono (CO) originado na combustão liberação de gás carbônico (CO_2). Esse é um processo bastante semelhante ao que hoje se usa nos fornos das mais modernas indústrias siderúrgicas.</p> <p>a) Cite uma propriedade que possa ter levado o homem daquela época a pensar que “aquilo diferente” junto às cinzas da fogueira era um metal.</p> <p>b) Suponha duas amostras de rochas, de mesma massa, reagindo com monóxido de carbono, uma contendo exclusivamente óxido de ferro (II) e outra contendo exclusivamente óxido de ferro (III). Qual delas possibilitaria a obtenção de mais ferro metálico ao final do processo? Justifique.</p> <p>c) No caso do item b, escreva a fórmula estrutural do principal subproduto do processo de produção do ferro metálico.</p>
Módulo 1B	<p>1) Na metalurgia temos a reação:</p> $2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{Al}$ <p>Se utilizarmos 20,4 g de Al_2O_3, qual a massa de alumínio metálico obtida se o rendimento da reação for 60%? (Dados: Al = 27; O = 16.)</p> <p>a) 6,48 g b) 10,8 g c) 10,2 g d) 4,08 g e) 7,42 g</p>	<p>1) Na reação não - balanceada:</p> $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>Colocando-se em presença 3g de hidrogênio e 30g de oxigênio, qual a massa de água formada? (Dados H = 1g; O = 16g)</p>	<p>1) Amônia gasosa pode ser preparada pela seguinte reação:</p> $\text{CaO}(\text{s}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CaCl}_2(\text{s})$ <p>Se 112,0 g de óxido de cálcio e 224,0 g de cloreto de amônia forem misturados, então qual a quantidade máxima, em gramas, de amônia será produzida? Dados: massas moleculares - $\text{CaO} = 56 \text{ g/mol}$; $\text{NH}_4\text{Cl} = 53 \text{ g/mol}$; $\text{NH}_3 = 17 \text{ g/mol}$</p>

(Continua)

(Continuação)

MÓDULOS DE ENSINO	ATIVIDADES DE SALA DE AULA		
	Nível Fácil	Nível Médio	Nível Difícil
Módulo 1	<p style="text-align: center;">PROBLEMA</p> <p>Para responder as questões abaixo, leia o texto a seguir.</p> <p>O dióxido de carbono (CO₂) é um dos vários gases presentes no efeito estufa, o qual é responsável por mudanças climáticas. Segundo estudos, este gás, que é um dos produtos liberados na queima de derivados do petróleo, tem a capacidade de elevar a temperatura do planeta o que implica em vários problemas, dentre eles o aquecimento global. Um dos derivados do petróleo que é muito utilizado é a gasolina. Ela é composta por uma mistura de hidrocarbonetos, entre elas o octano (C₈H₁₈). A queima de um litro de gasolina é capaz de liberar cerca de 2,3 kg de CO₂ para a atmosfera.</p> <p>a) Escreva a reação balanceada da queima da gasolina.</p> <p>b) Considere que a gasolina seja composta em sua maior parte de octano e que 1L de gasolina equivale a uma massa de 0,74 Kg deste composto, qual a quantidade de CO₂ emitida na atmosfera em 1 ano por uma empresa de vendas que possui uma frota de 50 carros. Sendo que cada carro percorre em média 150 Km por dia. Considere ainda, que estes carros percorrem uma distância de 14 Km com 1L de gasolina.</p> <p>c) Suponha agora que existe na legislação uma multa para veículos que ultrapassem o limite de emissão de gás CO₂ na atmosfera. O limite máximo estabelecido é de 20 Kg de CO₂ por dia para veículos pequenos. Esta multa seria de 120 reais a cada 2 kg de CO₂ excedentes. Qual seria o valor da multa que esta empresa pagaria por mês?</p> <p>d) Diante dos gastos excessivos com multas, o dono da empresa contratou um profissional para orientá-lo na redução destes gastos. Imagine que este profissional é você e proponha, através de cálculos uma forma de ajudar o dono da empresa a reduzir gastos.</p>		
Módulo 2A	<p>1) A solubilidade das substâncias é, em geral, expressa indicando a massa de soluto necessária para saturar 100 g de solvente. Por exemplo, a solubilidade do sal de cozinha (NaCl) é de 36,0 g por 100 g de água, e a do açúcar (sacarose) é de 203,9 g por 100 g de água, ambos a 20 °C. (Massas molares (g): NaCl = 58,5; sacarose = 342). Analisando estes valores, qual das duas substâncias é mais solúvel em água? Justifique.</p>	<p>1) Sabendo-se que o C.S da substância A é 3g/100 mL de H₂O à 20 °C e que foi feita uma solução utilizando 0,5g desta substância em 100 mL de água à 20 °C, pergunta-se: a mistura obtida será homogênea? Por quê?</p>	<p>1) Um determinado sal tem coeficiente de solubilidade igual a 34g/100g de água, a 20°C. Tendo-se 450g de água a 50°C, qual a quantidade, em gramas, desse sal, que permite preparar uma solução saturada?</p>

(Continuação)

MÓDULOS DE ENSINO	ATIVIDADES DE SALA DE AULA		
	Nível Fácil	Nível Médio	Nível Difícil
Módulo 2D	<p>1) Que volume de solução 0,75 M de H_2SO_4 pode ser obtido pela diluição de 300mL de solução molar de H_2SO_4?</p>	<p>Uma solução de hidróxido de potássio foi preparada dissolvendo-se 6,8 g da base em água suficiente para 200 mL de solução. Dessa solução, o volume que deve ser diluído a 300 mL para que a concentração molar seja 1/3 da solução original é de:</p> <p>a) 75 mL b) 25 mL c) 50 mL d) 100 mL e) 150 mL</p>	<p>1) O <i>Vibrio cholerae</i> é uma bactéria, classificada como vibrião por aparentar-se como uma vírgula, e é encontrado em águas contaminadas por fezes humanas. A doença cólera é caracterizada por uma diarreia profusa e bastante líquida. Uma forma de combater o vibrião é adicionar um material popularmente conhecido por “cloro líquido, isto é, hipoclorito de sódio a 20% (m/v), e com uma concentração de 5000 ppm (m/v) de cloro na água que se quer tratada. Qual o volume, em mililitros, de “cloro líquido” que se deve adicionar, no mínimo, para obter um litro de água não susceptível à presença do vibrião colérico?</p> <p>a) 10,5 mL b) 52,5 mL c) 100 mL d) 20 mL e) 1000 mL</p>
Módulo 2	PROBLEMA		
	<p>Aula Prática: Preparo de Soluções de Dicromato de Potássio ($K_2Cr_2O_7$)</p> <p>Objetivos:</p> <p>1) Determinar a concentração da solução padrão, utilizando o material disponível no kit de laboratório.</p> <p>2) Determinar a concentração da solução padrão, através das demais soluções utilizadas na etapa anterior.</p>		
Módulo 3A	<p>1) Em um texto encontramos a seguinte frase: “Quando a água funde, ocorre uma reação exotérmica”. Na frase há:</p> <p>a) apenas um erro, porque a água não funde. b) apenas um erro, porque a reação química é endotérmica. c) apenas um erro, porque não se trata de reação química, mas de processo físico.</p>	<p>1) Qual das reações a seguir exemplifica uma mudança de estado que ocorre com liberação de energia térmica?</p> <p>a) $H_2(l) \rightarrow H_2(g)$ b) $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$ c) $O_2(g) \rightarrow O_2(l)$ d) $CO_2(s) \rightarrow CO_2(l)$ e) $Pb(s) \rightarrow Pb(l)$</p>	<p>1) Grafite e diamante são formas alotrópicas do carbono, cujas equações de combustão são apresentadas a seguir:</p> <p>$C(gr)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ/mol}$ $C(d)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -395,4 \text{ kJ/mol}$</p> <p>a) Coloque os dados em um gráfico e calcule a variação de entalpia necessária para converter 1,0 mol de grafite em diamante. b) Qual a variação de entalpia na queima de 120 g de grafite?</p>

MÓDULOS DE ENSINO	ATIVIDADES DE SALA DE AULA								
	Nível Fácil	Nível Médio	Nível Difícil						
Módulo 3A	d) dois erros, porque não se trata de reação química nem o processo físico é exotérmico. e) três erros, porque a água não sofre fusão, não ocorre reação química e o processo físico é endotérmico.								
Módulo 3B	<p>1) Sendo o ΔH de formação do óxido de cobre II igual a $-37,6$ kcal/mol e o ΔH de formação do óxido de cobre I igual a $-40,4$ kcal/mol, o ΔH da reação será: $\text{Cu}_2\text{O}(s) + 1/2\text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{CuO}(s)$</p> <p>a) $-34,8$ kcal. b) $-115,6$ kcal. c) $-5,6$ kcal. d) $+115,6$ kcal. e) $+34,8$ kcal.</p>	<p>1) A decomposição de $\text{CaCO}_3(s)$, pelo aquecimento, produz $\text{CaO}(s)$ e $\text{CO}_2(g)$. O calor de formação de cada uma dessas espécies é dado pela tabela abaixo. No calor de decomposição de 1 mol de $\text{CaCO}_3(s)$ em $\text{CaO}(s)$ e $\text{CO}_2(g)$ há:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>$\text{CaCO}_3(s)$</td> <td>-290 kcal/mol</td> </tr> <tr> <td>$\text{CaO}(s)$</td> <td>-150 kcal/mol</td> </tr> <tr> <td>$\text{CO}_2(g)$</td> <td>-94 kcal/mol</td> </tr> </tbody> </table> <p>a) liberação de 534 kcal. b) absorção de 534 kcal. c) absorção de 56 kcal. d) liberação de 46 kcal. e) absorção de 46 kcal.</p>	$\text{CaCO}_3(s)$	-290 kcal/mol	$\text{CaO}(s)$	-150 kcal/mol	$\text{CO}_2(g)$	-94 kcal/mol	<p>1) A fermentação alcoólica é um processo cujo princípio é a transformação da glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) em etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) e dióxido de carbono ($\text{CO}_2$). A equação que representa esta transformação é:</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{enzima} \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$ <p>Conhecendo-se os calores de formação do dióxido de carbono ($-94,1$ kcal/mol), do etanol ($-66,0$ kcal/mol) e da glicose ($-302,0$ kcal/mol), pode-se afirmar que a fermentação alcoólica ocorre com:</p> <p>a) absorção de 18,2 kcal/mol. b) absorção de 75,9 kcal/mol. c) liberação de 47,8 kcal/mol. d) liberação de 18,2 kcal/mol. e) liberação de 142,0 kcal/mol.</p>
$\text{CaCO}_3(s)$	-290 kcal/mol								
$\text{CaO}(s)$	-150 kcal/mol								
$\text{CO}_2(g)$	-94 kcal/mol								
Módulo 3C	<p>1) Dadas as seguintes energias de ligação, em kJ por mol de ligação,</p> <p>$\text{N} \equiv \text{N}$: 950; $\text{H} - \text{H}$: 430; $\text{N} - \text{H}$: 390</p> <p>Calcular o valor da energia térmica (em kJ por mol de NH_3) envolvida na reação representada por:</p> $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$	<p>1) A dissociação de 1 mol de fosfina (PH_3) é representada por:</p> $9,6 \times 10^2 \text{ kJ} + \text{PH}_3(g) \rightarrow \text{P}(g) + 3 \text{H}(g)$ <p>Sendo assim, a energia de ligação $\text{P} - \text{H}$ em kJ/mol é:</p> <p>a) $1,2 \times 10^2$ b) $2,4 \times 10^2$ c) $3,2 \times 10^2$ d) $4,8 \times 10^2$ e) $8,6 \times 10^2$</p>	<p>1) São dadas as equações termoquímicas e as respectivas entalpias de combustão (ΔH°) a 25°C.</p> <p>I) $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ $\Delta H_1 = -94$ kcal/mol II) $\text{C}_6\text{H}_6(l) + 15/2 \text{O}_2(g) \rightarrow 6 \text{CO}_2(g) + 3 \text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H_2 = -3268$ kcal/mol III) $\text{H}_2(g) + 1/2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H_3 = -286$ kcal/mol</p> <p>Utilizando essas equações e aplicando a lei de Hess, escreva a reação de formação do $\text{C}_6\text{H}_6(l)$ (benzeno).</p>						

(Conclusão)

MÓDULOS DE ENSINO	ATIVIDADES DE SALA DE AULA		
	Nível Fácil	Nível Médio	Nível Difícil
MÓDULOS DE ENSINO	ATIVIDADE PRÁTICA		
Módulo 1	Determinação do teor de Bicarbonato de Sódio em comprimidos de Sonrisal Verificar a reação envolvida na efervescência de um comprimido antiácido em água e calcular o teor (massa em mg) de bicarbonato de sódio (NaHCO ₃) a partir da massa de dióxido de carbono (CO ₂) produzido na efervescência.		

Fonte: Da autora (2020).

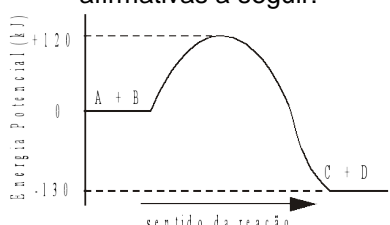
4.2.4 4ª Etapa

Foram elaboradas questões que possuíam as mesmas características das etapas anteriores, contudo, estas deveriam ser realizadas de forma individual, sem nenhum tipo de auxílio da docente ou de materiais eletrônicos, impressos ou escritos. Esta etapa tem como objetivo principal analisar a compreensão e o desenvolvimento individual dos estudantes e, com isso, a docente pode averiguar quais tópicos do conteúdo não ficaram claros e poder encontrar uma outra forma de abordá-los. À estas questões chamam-se de *Atividades Avaliativas*. O Quadro 9, a seguir, traz alguns exemplos das atividades desenvolvidas nesta etapa.

Quadro 9 - Exemplos das Atividades Avaliativas desenvolvidas na 4ª Etapa

Módulos de Ensino	Atividades avaliativas		
	Nível Fácil	Nível Médio	Nível Difícil
Módulo 1	1) O propanol (C ₃ H ₈ O) quando sofre combustão reage com gás oxigênio (O ₂) formando gás carbônico e água. Qual será a quantidade em mols de água formados na combustão completa de 21,6 gramas de propanol? (Dados: massas atômicas - H = 1; C = 12; O = 16.)	1) A pirolusita é um minério do qual se obtém o metal manganês (Mn), muito utilizado em diversos tipos de aços resistentes. O principal componente da pirolusita é o dióxido de manganês (MnO ₂). Para se obter o manganês metálico com elevada pureza, utiliza-se a aluminotermia, processo no qual o óxido reage com o alumínio metálico, segundo a equação: $3 \text{MnO}_2 (\text{s}) + 4 \text{Al} (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Al}_2\text{O}_3 (\text{s}) + 3 \text{Mn} (\text{s})$ Quando meio quilo de MnO ₂ são utilizados nesta reação são produzidas 284,4g de Mn. Calcule o rendimento desta reação. (Dados Mn = 55g; O = 16g)	1) Seja a reação: $2 \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3 + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Se misturarmos 2,76 g de ácido salicílico (C ₇ H ₆ O ₃) com 2,04 g de anidrido acético (C ₄ H ₆ O ₃), obteremos quantos gramas de aspirina? (Dados: C = 12 ; H = 1 ; O = 16.)

(Continua)

Módulos de Ensino	Atividades avaliativas		
	Nível Fácil	Nível Médio	Nível Difícil
Módulo 3	<p>1) Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que, no caso, está em contato com o corpo humano. Essa sensação de frio explica-se CORRETAMENTE pelo fato de que a evaporação da água:</p> <p>a) é um processo endotérmico e cede calor ao corpo. b) é um processo exotérmico e cede calor ao corpo. c) é um processo exotérmico e retira calor do corpo. d) é um processo endotérmico e retira calor do corpo. e) é um processo atérmico e não troca calor com o corpo.</p>	<p>1) Sobre o diagrama abaixo, referente à reação $A + B \rightarrow C + D$, considere as afirmativas a seguir:</p>  <p>I. O processo é exotérmico. II. $H = -250 \text{ kJ}$.ΔNa reação, III. A entalpia dos reagentes é maior que a entalpia dos produtos.</p> <p>Assinale a alternativa correta.</p> <p>a) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras. b) Somente a afirmativa I é verdadeira. c) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras. d) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras. e) Todas as afirmativas são verdadeiras.</p>	<p>1) A cor vermelha de certos fogos de artifício é devida ao carbonato de estrôncio, cuja formação é representada pela equação:</p> $\text{Sr(s)} + \text{C(grafite)} + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SrCO}_3(\text{s})$ <p>Sendo dados os ΔH°</p> <p>I) $\text{Sr(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SrO(s)}$ $\Delta H_1 = -592 \text{ kJ}$</p> <p>II) $\text{SrO(s)} + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SrCO}_3(\text{s})$ $\Delta H_2 = -234 \text{ kJ}$</p> <p>III) $\text{C(grafite)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H_3 = -394 \text{ kJ}$</p> <p>Pode-se afirmar que a entalpia de formação do carbonato de estrôncio, em kJ/mol, é:</p> <p>a) -628 b) -986 c) +986 d) -1 220 e) +1 220</p>

Fonte: Da autora (2020).

4.3 IMPLEMENTAÇÃO

A coleta de dados foi realizada utilizando as técnicas de observação e análise de conteúdo das respostas dadas pelos alunos às Atividades Orientadoras e às Atividades de Sala de Aula nos três Módulos de Ensino. Também foram analisadas as suas respostas a um questionário aplicado ao fim do ano letivo. Foram realizados dois ciclos iterativos referentes aos anos letivos de 2018 e 2019, sendo que, serão discutidos nesta tese, os resultados referentes à aplicação do último ciclo de atividades relativo ao ano letivo de 2019.

Os conteúdos presentes no plano de estudos da escola para a disciplina de Química e 2ª Série do E.M. e sua distribuição nos três trimestres são apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Conteúdos desenvolvidos na escola de acordo com o seu plano de estudos

1º TRIMESTRE	2º TRIMESTRE	3º TRIMESTRE
<ul style="list-style-type: none"> - Relações entre massas de átomos e moléculas; - Mol (massa molar, Constante de Avogrado, Volume Molar); - Cálculo Estequiométrico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluções - Termoquímica 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinética Química - Equilíbrio

Fonte: Da autora (2020).

A implementação do Desenho Metodológico se deu a partir do conteúdo de Cálculos Estequiométricos, pois, baseada na aplicação anterior, a docente observou que em um primeiro momento era preciso um melhor conhecimento e interação entre professor e alunos a fim de que os estudantes se acostumassem melhor com a professora e com a forma de comunicação e ensino da mesma, para que posteriormente tivessem a capacidade de compreender melhor a metodologia proposta e assim se apropriassem dos possíveis benefícios para a sua aprendizagem.

Para facilitar a compreensão durante a leitura, denominou-se cada conteúdo de **Módulo de Ensino**, dessa forma **Cálculos Estequiométricos** será chamado de **Módulo 1**, **Soluções** será chamado de **Módulo 2** e **Termoquímica** será chamado de **Módulo 3**. Levando em consideração a extensão de cada conteúdo subdividiu-se os Módulos de Ensino em tópicos menores. Essa divisão levou em consideração a extensão das videoaulas e todas as suas implicações. O Quadro 11 descreve como ficaram as divisões dos módulos de ensino e seus tópicos.

Quadro 11 - Conteúdos desenvolvidos na aplicação do Desenho Metodológico, suas denominações e divisões durante a aplicação

CONTEÚDOS	MÓDULOS DE ENSINO	TÓPICOS
Cálculos Estequiométricos	Módulo 1	1A e 1B
Soluções	Módulo 2	2A, 2B, 2C e 2D
Termoquímica	Módulo 3	3A, 3B e 3C

Fonte: Da autora (2020).

Ao fim de cada módulo de ensino, procurou-se desenvolver um problema, para que fosse possível observar de que forma eles reagiriam a este desafio, tendo em vista que era algo totalmente inédito para eles. Durante a aplicação, foram desenvolvidos dois problemas, um referente ao Módulo 1 e outro referente ao Módulo 2. Infelizmente, o problema programado para ser desenvolvido ao fim do Módulo 3, bem como os demais conteúdos que deveriam ser abordados, não foram realizados, em parte, devido a uma greve do magistério público estadual que ocorreu no fim do ano letivo de 2019.

4.4 AVALIAÇÃO

Concorda-se com os pesquisadores Wang e Hannafin (2005), quando afirmam que a avaliação de uma metodologia que utiliza EDR deve ser constante, ou seja, durante todo o processo de desenvolvimento e aplicação. Dessa forma os dados obtidos foram sendo continuamente analisados durante o desenvolvimento dos ciclos iterativos e ao final do trabalho.

O Desenho Metodológico posposto nesta tese possui várias etapas, já discutidas anteriormente, dessa forma cada etapa possui objetivos diferentes e, portanto, análises de dados e resultados diferentes também, além disso o EDR permite a análise de dados com abordagens mistas, ou seja, qualitativos e quantitativos, assim realizou-se uma triangulação de dados que permite a análise a partir de diferentes perspectivas para contrastar e interpretar (AIRES, 2011).

O questionário de avaliação foi aplicado à turma ao final do ano letivo para verificar o nível de satisfação dos alunos com a metodologia e apontar eventuais pontos a serem melhorados e/ou corrigidos e assim organizar o Re-Design. O Quadro 12 traz uma síntese dos instrumentos de recolha de dados e a técnica utilizada na sua análise:

Quadro 12 - Instrumentos e técnicas utilizados na análise dos dados

Etapas	Instrumento de Recolha de Dados	Técnica de Análise
1ª	Respostas dos alunos ao questionário desenvolvido ao fim dos ciclos iterativos. Diário de anotações	Dados Qualitativos e Quantitativos
2ª	Respostas das Atividades Orientadoras	Dados Qualitativos e Quantitativos
3ª	Observação do desenvolvimento e respostas às Atividades de Sala de Aula. Diário de Anotações. Questionário.	Dados Qualitativos e Quantitativos
4ª	Respostas as Atividades Avaliativas. Questionário.	Dados Qualitativos e Quantitativos

Fonte: Da autora (2020).

4.5 RE-DESIGN

A primeira observação feita pela docente durante a aplicação do primeiro ciclo iterativo foi sobre o uso das videoaulas. Um fator que se tornou imprescindível para dar continuidade ao trabalho, foi reconhecer que utilizar videoaulas de outros professores causou muitas dúvidas e rejeição à metodologia. Na percepção dos alunos quando não é o “seu professor” que realiza as explicações dos conceitos, implica em uma certa confusão causando vários aborrecimentos para o professor e para os estudantes que dizem não compreender o que a videoaulas aborda.

Para esta etapa do Desenho Metodológico desenvolvido na primeira aplicação, pensou-se, inicialmente, em utilizar videoaulas disponibilizadas na internet, na aplicação do primeiro ciclo. Após análises de alguns vídeos e discussões, chegou-se à conclusão de que as videoaulas mais adequadas seriam as disponibilizadas pela Khan Academy, uma plataforma on-line de educação livre e organização sem fins lucrativos, criada por Salman Khan. Os critérios utilizados foram os mesmos sugeridos por Bergmann e Sams (2012), ou seja, tempo de duração, apresentação, e ainda outros determinados para esta prática, como linguagem adequada e nível de exposição dos conceitos químicos.

No entanto, mesmo após todos estes cuidados, os alunos disseram não compreender as videoaulas e explanaram sua contrariedade e rejeição a metodologia que estava sendo desenvolvida. Chegaram inclusive a pedir que as aulas voltassem a ser desenvolvidas da forma tradicional. Para Moran (2004), alguns alunos não conseguem aceitar esta mudança de postura, ou seja, passar de

meros ouvintes para uma participação mais ativa, pois estão acostumados “a receber tudo pronto do professor e esperam que ele continue dando aula, como sinônimo de ele falar e os alunos escutarem” (MORAN, 2004, p. 54). Os discentes sentiam-se frustrados por não compreender os assuntos discutidos e chegar em sala de aula com muitas dúvidas. Após uma reunião realizada com os alunos e a docente, para que se pudesse ouvir suas colocações, esclarecer todas as dúvidas e tranquilizá-los quanto aos seus medos e anseios, foi decidido que, para um melhor desenvolvimento da metodologia, seria necessário criar videoaulas próprias.

Esse fato também pode ser observado na dissertação de mestrado desenvolvida por Luciano D. Silva (2017). Em seu trabalho ele buscou observar a potencialidade do uso de videoaulas em um contexto de SAI com alunos do Ensino Médio e Técnico de um Instituto Federal. Para tal, o professor selecionou videoaulas de outros colegas utilizando diversos critérios, como por exemplo, tempo de explanação, possíveis erros conceituais, a capacidade de manter a atenção dos alunos, dentre outros. Os resultados do trabalho demonstram que o professor enfrentou grandes dificuldades de aceitação a metodologia por parte dos estudantes. Ele buscou orientação da coordenação e realizou conversas e debates com a turma, mudou aspectos da metodologia, contudo não conseguiu resultados muito significativos com estes alunos em específico (SILVA, 2017), muito embora os resultados se mostraram promissores com os demais.

Dessa forma, ficou claro que para manter uma melhor interação com os alunos e deixá-los mais tranquilos e seguros em relação ao trabalho que estava sendo desenvolvido, buscou-se através de intensa pesquisa e tutoriais, formas e aplicativos de como gravar videoaulas e assim dar andamento ao Desenho Metodológico descrito nesta tese. Para Moran (2004), manter um bom relacionamento com os alunos é imprescindível para o desenvolvimento de um bom trabalho.

Outra observação importante, foi sobre a questão da familiaridade entre aluno e professor. Na primeira aplicação, começou-se o desenvolvimento da metodologia logo no início do ano letivo, o que implicou em pouco tempo de convivência para os estudantes se acostumarem a professora e vice e versa. Além disso, concluiu-se que faltou uma explicação mais clara, apontando todos os aspectos da metodologia para que os alunos compreendessem melhor suas concepções e possíveis vantagens para sua aprendizagem. Como ressalta Castro *et al.* (2015), é necessário

que se tenha cautela na introdução de novas metodologias, respeitando a cultura local, os hábitos dos alunos, e implementar gradativamente as ações da SAI a fim de que se possa obter resultados mais significativos.

Dessa forma, no segundo ciclo, o primeiro trimestre do ano letivo foi utilizado como “um reconhecimento de campo”, ou seja, para que docente e discentes se conhecessem melhor e desenvolvessem uma melhor forma de se comunicar, assim no primeiro trimestre o ensino foi abordado de forma tradicional. No segundo trimestre, foi apresentado aos alunos a metodologia, utilizou-se para isso uma apresentação com muitos memes¹⁵, um universo muito conhecido e utilizado pelos estudantes, para exemplificar as possíveis vantagens e desvantagens da metodologia. Dessa forma, a explicação procurou trazer de forma direta e divertida, de que forma que o trabalho seria desenvolvido ao longo do ano letivo.

Outra modificação feita em relação a primeira aplicação, foi em relação as atividades de estudo realizadas em sala de aula. No primeiro ciclo, todos os alunos realizavam as mesmas atividades, o que resultava no fato de que alguns acabavam não as fazendo ou por acharem o nível elevado demais ou baixo demais. Já no segundo ciclo, os alunos podiam escolher qual nível de atividades gostariam de responder. Dessa forma, aquele aluno que possuía maiores dificuldades realizava as atividades de menor nível de dificuldade e aquele que já se sentia mais preparado realizava as de maior nível de dificuldade, sempre aos pares. Dessa forma, mesmo aquele estudante que se sentia incapaz de fazer um cálculo era instigado a trabalhar em aula, pois percebia que apesar das dificuldades em níveis mais elevados ele era capaz sim de entender conceitos químicos. Já aquele aluno que se sentia entediado, já que, para ele, tudo era “fácil e mecânico”, se sentia desafiado a responder questões mais complexas. Isso reduziu significativamente o número de alunos que não realizavam as atividades em sala de aula. Aqui utilizaram-se princípios da Aprendizagem sob Medida em que um dos principais objetivos é ajustar as aulas as necessidades dos alunos.

¹⁵ “A expressão meme de Internet é usada para descrever um conceito de imagem, vídeos, GIFs e/ou relacionados ao humor, que se espalha via Internet” (WIKIPÉDIA, 2020b).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, analisam-se e discutem-se as observações feitas e os dados coletados a respeito das etapas que compõe o Desenho Metodológico proposto para o ensino dos conceitos de Físico-Química. A abordagem se dá em termos da participação dos alunos e investigação das respostas das questões de cada etapa. Ainda, analisam-se as respostas dos alunos a um questionário aplicado ao fim da aplicação do Desenho Metodológico. A seguir, discutir-se-ão cada um deles.

5.1 ANÁLISE DOS DADOS

5.1.1 Análise dos resultados da 1ª Etapa - elaboração das videoaulas

Essa etapa do desenvolvimento do Desenho Metodológico mostrou-se um verdadeiro desafio docente. Como já comentado no tópico anterior, foi observado que a utilização de videoaulas já prontas de outros professores se mostrou um grande empecilho ao desenvolvimento do trabalho, portanto, buscou-se através de intensa e trabalhosa busca em sites de pesquisa e tutoriais, como elaborar videoaulas. Através desta pesquisa, encontrou-se um software de gravação de tela chamado Activie Presenter, que apesar de possuir versão gratuita, apresenta opções de gravação, edição e exportação de vídeos muito semelhantes a um software profissional.

Assim, em um primeiro momento, a criação da videoaula começava pela elaboração dos conceitos em uma apresentação em Power Point. As primeiras, eram extremamente simples, apesar de sempre buscar uma apresentação com formato visual claro, e que abordava todo os tópicos relevantes dos conceitos químicos. Outro fato importante a se destacar é o roteiro. No início, este era elaborado de forma dissertativa, ou seja, escrevendo tudo o que ia ser falado na videoaula. Contudo, a carga de trabalho se mostrou cansativa demais. Portanto, observou-se que o roteiro poderia advir do próprio Power Point, com frases ou imagens que elucidassem os pontos cruciais a serem discutidos e colocados de forma a aparecer no momento mais apropriado da explanação dos conteúdos. Com isso as apresentações começaram a ficar mais dinâmicas e apresentar mais figuras

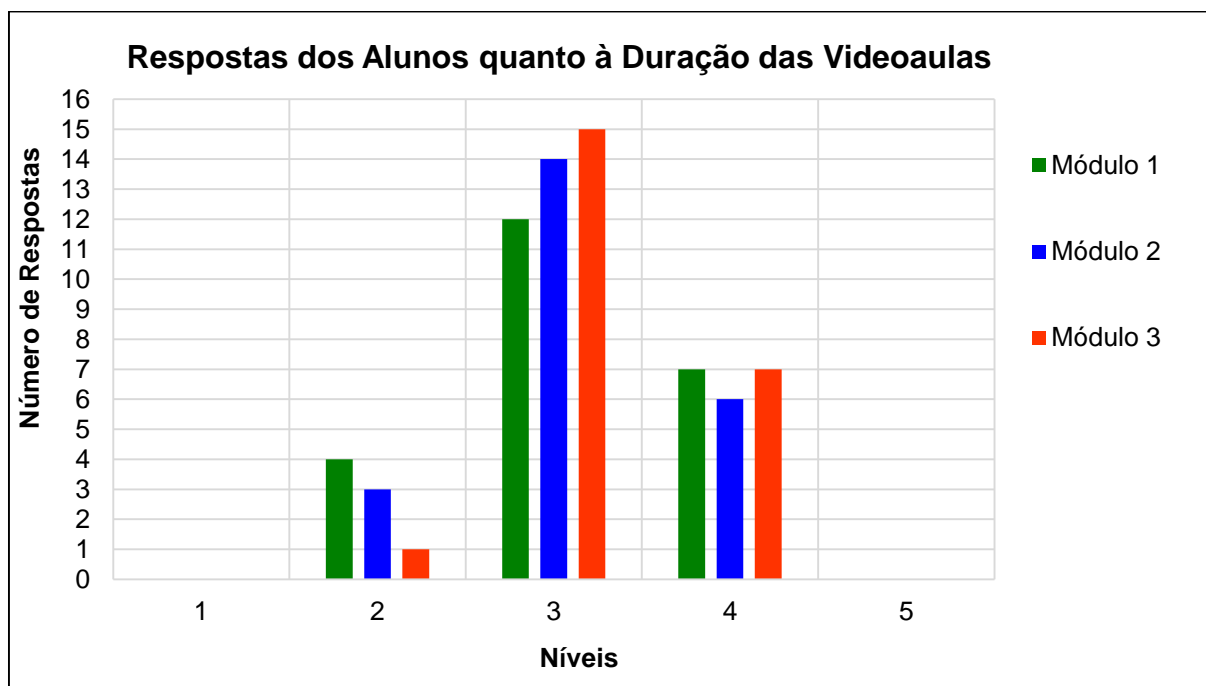
e avatares¹⁶ com algumas mensagens divertidas. Dessa forma, otimiza-se o tempo e as videoaulas ficaram com uma apresentação mais atrativa. Além disso, as opções de edição do programa permitem qualquer correção necessária, como por exemplo, ruídos inesperados que ocorrem durante a gravação já que não se está em um estúdio, e sim nas suas residências.

No entanto, a gravação de uma videoaula não é um processo simples, mesmo não sendo a nível profissional. Para as videoaulas utilizadas na elaboração desta tese, levou-se em média de dois a três dias para produção dos vídeos, contando a partir da criação do Power Point até a edição e exportação dos mesmos. Obviamente a experiência e familiaridade com os programas faz toda a diferença no quesito tempo, contudo é um processo demorado e que exige muita paciência.

A respeito da opinião dos estudantes sobre as videoaulas, pôde-se observar uma boa aceitação e aprovação na utilização das mesmas. Esta constatação pode ser comprovada através das repostas dos alunos ao questionário (Apêndice A) aplicado ao final do ano letivo. Foi pedido que os alunos classificassem as videoaulas de acordo com três critérios: *Duração das Videoaulas*, *Clareza nas Explicações*, e *Aprendizagem com as Videoaulas*. Para tal, utilizou-se uma escala que variou de 1 a 5, onde 1 significa muito curtos e 5 muito longos para o critério *Duração nas Videoaulas*, já no critério *Clareza nas Explicações* 1 significa muito confuso e 5 muito explicativas e no critério *Aprendizagem com as Videoaulas* 1 significa aprendi pouco e 5 significa aprendi muito. Os resultados da análise estão dispostos no Gráfico 1.

¹⁶ “[...] uma figura gráfica de complexidade variada que empresta sua vida simulada para o transporte identificatório de cibercibernetas para dentro dos mundos paralelos do ciberespaço” (WIKIPÉDIA, 2020a).

Gráfico 1 - Respostas dos Alunos ao questionário quanto ao critério Duração das Videoaulas



Fonte: Da autora (2020).

A análise dos dados apresentados no Gráfico 1 mostra que na percepção dos 23 alunos que responderam ao questionário, as videoaulas tiveram uma duração intermediária, ou seja, nem muito longas nem muito curtas. No Módulo 1 (Estequiometria) 17% dos alunos classificaram as videoaulas no nível 2, 53% classificaram-nas no nível 3 e 30% no nível 4. No Módulo 2 (Soluções) 13% dos alunos classificaram as videoaulas no nível 2 da escala, 61% classificaram no nível 3 e 26% no nível 4. No Módulo 3 (Termoquímica), 4% dos alunos classificaram as videoaulas no nível 2, 65% no nível 3 e 31% no nível 4. Nenhum aluno classificou as videoaulas de nenhum dos módulos de ensino no nível 1 da escala. Esses dados sugerem que as videoaulas produzidas para o desenvolvimento desta tese conseguiram explicar os conceitos químicos sem serem muito longas ou cansativas. Como já discutido anteriormente, buscou-se sempre utilizar o critério sugerido por Bergmann e Sams (2012) de que um tópico é igual a uma videoaula, e foi baseado nesta sugestão e no conteúdo programático disponibilizado pelos planos de estudos da escola que os módulos de ensino foram elaborados, bem como suas divisões e as respectivas videoaulas.

O Quadro 13, a seguir descreve a duração das videoaulas utilizadas no trabalho:

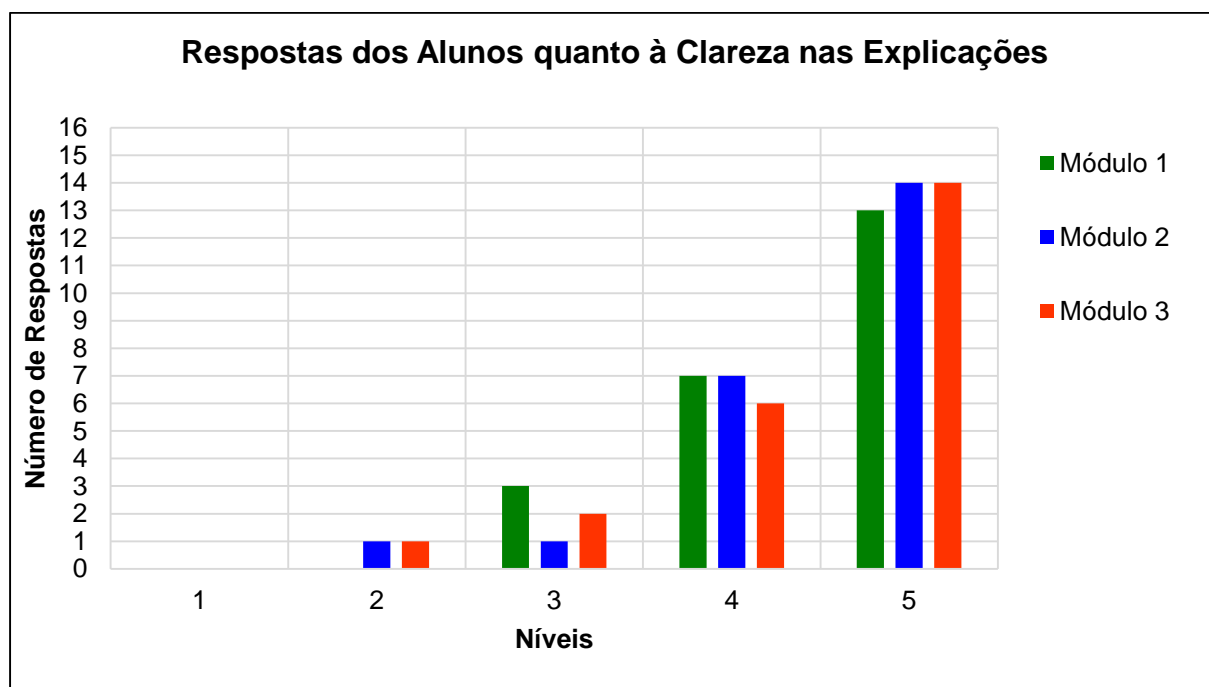
Quadro 13 - Duração das videoaulas

Videoaula	Tempo de Duração
Estequiometria – 1ª Parte	23 min e 30 seg
Estequiometria – 2ª Parte	15 min e 12 seg
Soluções – 1ª Parte	15 min e 10 seg
Soluções – 2ª Parte	15 min e 13 seg
Soluções – 3ª Parte	14 min e 45 seg
Soluções – 4ª Parte	11 min e 14 seg
Termodinâmica – 1ª Parte	15 min e 18 seg
Termodinâmica – 2ª Parte	17 min e 11 seg
Termodinâmica – 3ª Parte	16 min e 35 seg

Fonte: Da autora (2020).

A seguir, estão dispostos no Gráfico 2, os dados coletados sobre o critério Clareza nas Explicações.

Gráfico 2 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao critério Clareza nas Explicações

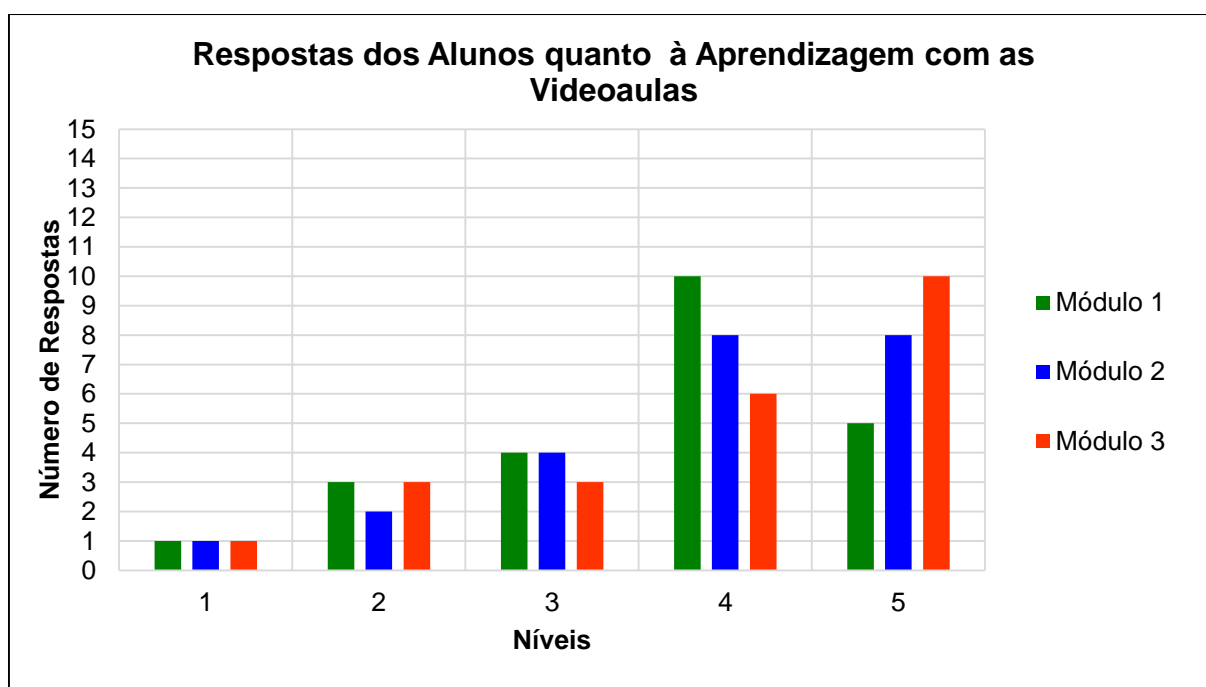


Fonte: Da autora (2020).

A observação dos dados dispostos no Gráfico 2 indica que os alunos consideraram as explicações explanadas nas videoaulas muito claras, pois, em sua maioria, classificaram-nas nos níveis 4 e 5 da escala. No Módulo 1, nenhum aluno classificou as videoaulas nos níveis 1 e 2 da escala, 13% deles classificaram no nível 3, 30% no nível 4 e 57% no nível 5. No Módulo 2, nenhum aluno classificou as videoaulas no nível 1 da escala, 4% classificaram-nas no nível 2, 4% no nível 3, 31% no nível 4 e 61% no nível 5. Já no Módulo 3, não houve classificação no nível 1 da escala, 4% alunos classificaram as videoaulas no nível 2, 9% no nível 3, 26% no nível 4 e 61% no nível 5. Essa constatação é de suma importância, dado que tem a ver com o trabalho docente. Se mesmo após a gravação das videoaulas, os alunos continuassem com problemas mais sérios de compreensão dos conceitos, seria necessário repensar a prática docente e a forma como os conteúdos estavam sendo abordados nos vídeos. Buscou-se sempre utilizar uma linguagem clara e simples que estivesse dentro no nível de compreensão dos alunos.

Sobre o critério Aprendizagem com as Videoaulas, os dados são explanados através do Gráfico 3.

Gráfico 3 - Respostas dos Alunos quanto ao critério Aprendizagem com as Videoaulas



A análise dos dados do Gráfico 3 aponta para o fato que os alunos consideram que houve uma boa compreensão dos conceitos químicos através das videoaulas, pois, em sua maioria, classificaram este critério nos níveis 4 e 5 da escala, o que significa aprender muito. No Módulo 1, apenas 4% dos alunos constataram que aprenderam pouco com as videoaulas, visto que as classificaram no nível 1 da escala, 13% deles classificaram no nível 2, 17% no nível 3, 44% no nível 4 e 22% no nível 5. No Módulo 2, 4% dos alunos classificaram a videoaulas no nível 1 da escala, 8% no nível 2, 18% no nível 3, 35% no nível 4 e 35% no nível 5. No Módulo 3, 4% dos alunos classificaram as videoaulas no nível 1 da escala, 13% no nível 2, 13% no nível 3, 26% no nível 4 e 44% no nível 5. Considera-se que o fato de se optar pelo uso de videoaulas, ao invés da leitura de um texto do livro didático, por exemplo, trouxe um elemento motivacional para a interação com o objeto instrucional, pois respeita um estilo de aprendizagem mais dinâmico apresentado pelos estudantes (LAGE; PLATT; TREGLIA, 2000).

No questionário, além das perguntas de níveis e escalas, destacadas acima, haviam também questões abertas, nas quais os alunos foram incentivados e descrever sobre o qual a sua opinião a respeito das aulas de Química desenvolvidas ao longo do ano letivo. A seguir, são apresentadas as respostas de alguns alunos quando indagados sobre sua opinião a respeito das videoaulas utilizadas neste trabalho, ressaltando que os alunos serão identificados por números e que a tradução é literal, sem correções ortográficas:

Aluno 1: *“O que mais gostei é que nas vídeo aulas eu posso reiniciar o vídeo quantas vezes forem necessárias para entender a matéria”.*

Aluno 2: *“Gostei de termos vídeos da profe dando aula, ao invés de ser na sala”.*

Aluno 3: *“O conteúdo foi excelentemente explicado nas vídeo – aulas. E ficava ainda mais claro quando fazia as atividades em aula”.*

Aluno 4: *“As vezes não olhava quando tinha que olhar, mas sempre olhava antes das provas”.*

Encontra-se, nas falas dos Alunos 1 e 2, uma das mais citadas vantagens ao se utilizar videoaulas. O fato de que o aluno não precisa ficar preocupado caso não acompanhe a explicação do professor, como ocorre em uma aula tradicional, dado que, caso ele perca alguma parte, basta retroceder a explicação. Isso ajuda muito com os alunos mais tímidos, que sentem muita vergonha em expressar suas dúvidas, ou também aqueles alunos que não conseguem prestar atenção e ao

mesmo tempo fazer anotações (BERGMANN; SAMS, 2012; KHAN, 2013; LAGE; PLATT; TREGLIA, 2000; STRAYER, 2007; TEIXEIRA, 2013). Já na fala do Aluno 3, constata-se que ele compreendeu exatamente o objetivo de se utilizar uma metodologia ativa como a SAI, ou seja, as atividades de casa para conceitos introdutórios e o espaço de sala de aula para uma aprendizagem mais rica e significativa. O Aluno 4 aponta para o fato de que nem sempre assistia as videoaulas dentro do prazo estipulado pela professora, mas que os assistia para se preparar para as avaliações. Dessa forma, fica claro mais uma das vantagens na utilização de videoaulas, a sua atemporalidade.

Os resultados apresentados corroboram com o trabalho descrito na dissertação de Freitas (2015), onde o autor aborda a aplicabilidade da SAI com alunos da 1ª série do E.M. em aulas de Física, através de um estudo de caso. O autor observou que o uso das videoaulas para a discussão de conceitos de força e movimento despertou além de uma maior motivação, uma responsabilização mais acentuada pela sua aprendizagem.

Face ao exposto até o momento, concluímos que as videoaulas alcançaram o seu objetivo neste Desenho Metodológico, o de introduzir conceitos mais simples, os quais os alunos não precisam efetivamente da presença física do professor. Concorda-se com Arroio e Giordan (2006) ao dizerem que este tipo de recurso pode apresentar uma interessante ferramenta didática quando desempenha “uma função informativa exclusiva”, ou seja, as informações encontram no meio audiovisual uma melhor forma de veiculação. Assim, a forma como as videoaulas são inseridas neste Desenho Metodológico, com caráter mais introdutório, investigativo e exploratório do que de ensino propriamente dito, fez com que obtivessem uma boa avaliação na concepção dos alunos. É importante, mostrar ao estudante que a videoaula não possui o objetivo de “substituir” a explicação do professor, mas sim melhorá-la, no sentido de que dessa forma esta explicação será mais direcionada aos pontos mais cruciais do conteúdo químico.

5.1.2 Análise dos resultados da 2ª Etapa - respostas das atividades orientadoras

Como já citado anteriormente, estas questões possuíam um caráter investigativo, ou seja, com objetivo de orientar os alunos no estudo dos conceitos

químicos e a docente, na forma que ia elaborar a sua aula nos encontros presenciais, direcionando as explicações para aqueles pontos que não haviam sido compreendidos através da videoaula, inclusive a classificação e o título “Questões Orientadoras” advém destes objetivos. Esse levantamento de dúvidas e dificuldades dos alunos permite que o docente prepare explicações e escolha atividades de ensino e aprendizagem que auxiliem na compreensão dos conteúdos e na superação das dificuldades apresentadas (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Nesta etapa, foram desenvolvidas um total de 9 atividades, sendo 2 referentes ao Módulo 1 (Estequiometria), 4 referentes ao Módulo 2 (Soluções) e 3 referentes ao Módulo 3 (Termoquímica). Esta divisão se deu em função da extensão de cada conteúdo e do tempo estimado para cada videoaula. O Quadro 14 a seguir traz o número de atividades orientadoras e como elas foram distribuídas nos módulos de ensino:

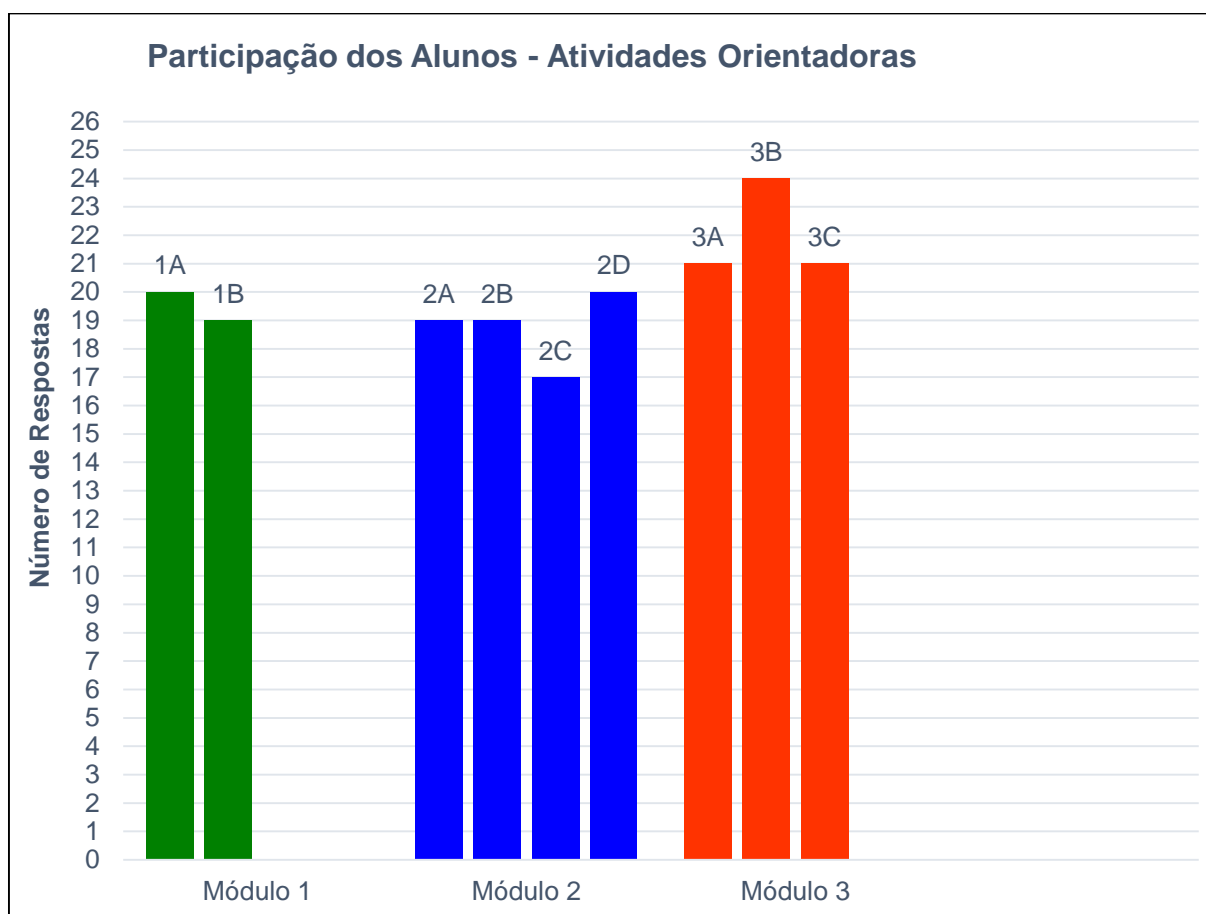
Quadro 14 - Instrumentos e técnicas utilizados na análise dos dados

Atividades Orientadoras	Módulo 1			Módulo 2				Módulo 3				
	1A	1B		2A	2B	2C	2D		3A	3B	3C	
Conceituais	2	2	Total=4	2	1	2	1	Total=6	1	1	2	Total=4
Interpretativas	1	2	Total=3	1	1	1	2	Total=5	1	1	3	Total=5
Aplicativas	1	2	Total=3	2	2	3	2	Total=9	2	3	1	Total=6

Fonte: Da autora (2020).

A seguir, discutir-se-á a participação dos alunos, bem como as repostas dos mesmos às Atividades Orientadoras, para cada módulo de ensino (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Participação dos Alunos nas Atividades Orientadoras



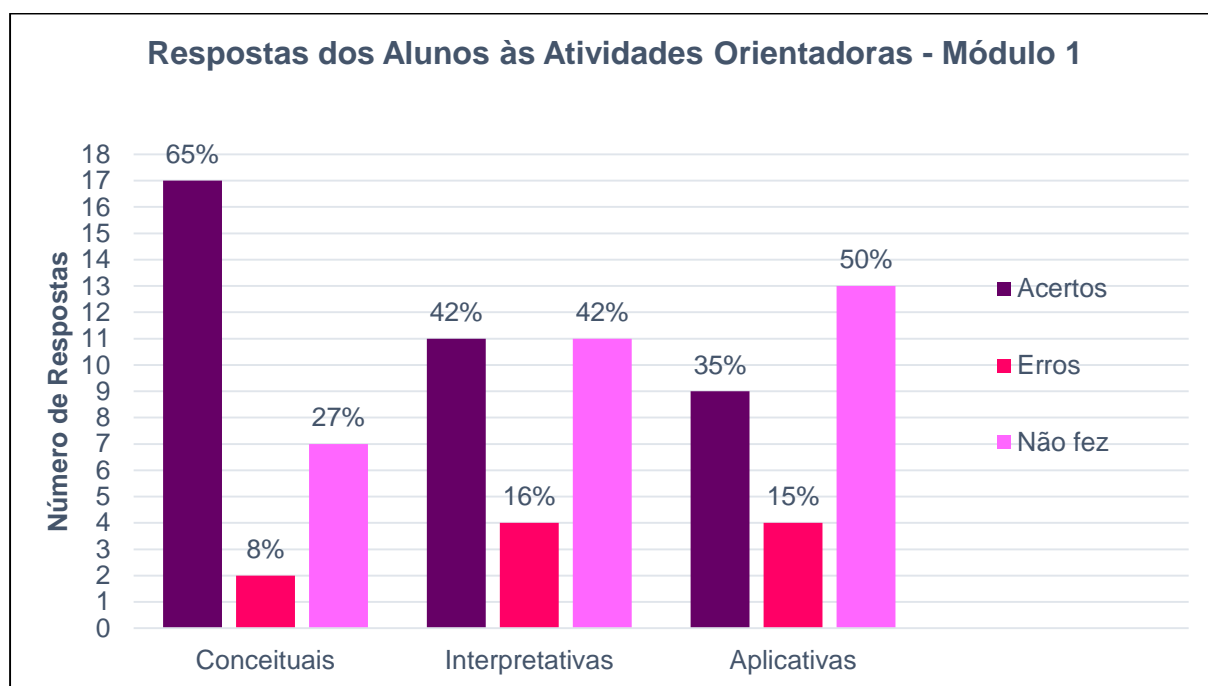
Fonte: Da autora (2020).

Ao analisar os dados expostos no Gráfico 4, consta-se uma resposta muito positiva em relação à participação dos estudantes. O menor número de respostas enviadas foi na atividade 2C, onde 35% dos alunos não responderam às questões. O número máximo de alunos que não responderam a nenhuma atividade orientadora foram 4 alunos no Módulo 1. Nos demais, foram 2 (Módulo 2) e 1 alunos (Módulo 3) que não enviaram suas respostas.

O fato de não assistir às videoaulas e/ou não responder às atividades orientadoras refletia diretamente na participação dos alunos nas discussões de sala de aula, ficando claro quem eram os alunos que não haviam realizado às atividades, pois chegavam em sala pouco preparados e desorientados em relação ao conteúdo químico discutido. Este fato prejudicava estes alunos no desenvolvimento das atividades presenciais. No entanto, ao trabalharem aos pares em sala, minimizava de certa forma esta lacuna deixada por não assistirem às videoaulas e não

responderem às Atividades Orientadoras. Em sua maioria, eles conseguiram responder às Atividades de Sala de Aula com a ajuda dos colegas. Observou-se também, que com o desenvolvimento da metodologia, o número de alunos que não realizavam esta etapa diminuiu, o que nos permite concluir que os alunos compreenderam o objetivo do Desenho Metodológico e a importância deste na sua aprendizagem. Perceberam que esta etapa da metodologia seria importante para desenvolver as atividades propostas em aula, tanto conceituais como práticas. Além disso, a docente sempre deixou muito claro aos estudantes que o objetivo destas atividades era o de investigar o quanto eles tinham compreendido ou não dos conteúdos abordados, e que, portanto, não era necessário ter receio em responder às questões de forma incorreta, já que acertos e erros não seriam levados em consideração, e sim o esforço e dedicação deles em construir suas respostas (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Respostas dos Alunos às Atividades Orientadoras – Módulo 1



Fonte: Da autora (2020).

A análise dos dados explanados no Gráfico 5 aponta para algumas observações interessantes, como por exemplo, o fato de que a parte conceitual do conteúdo de Estequiometria foi compreendida de forma satisfatória pelos alunos,

pois 65% deles responderam às questões que abordavam o conceito dos conteúdos químicos de forma correta, havendo apenas 8% de erros e 27% de respostas em branco.

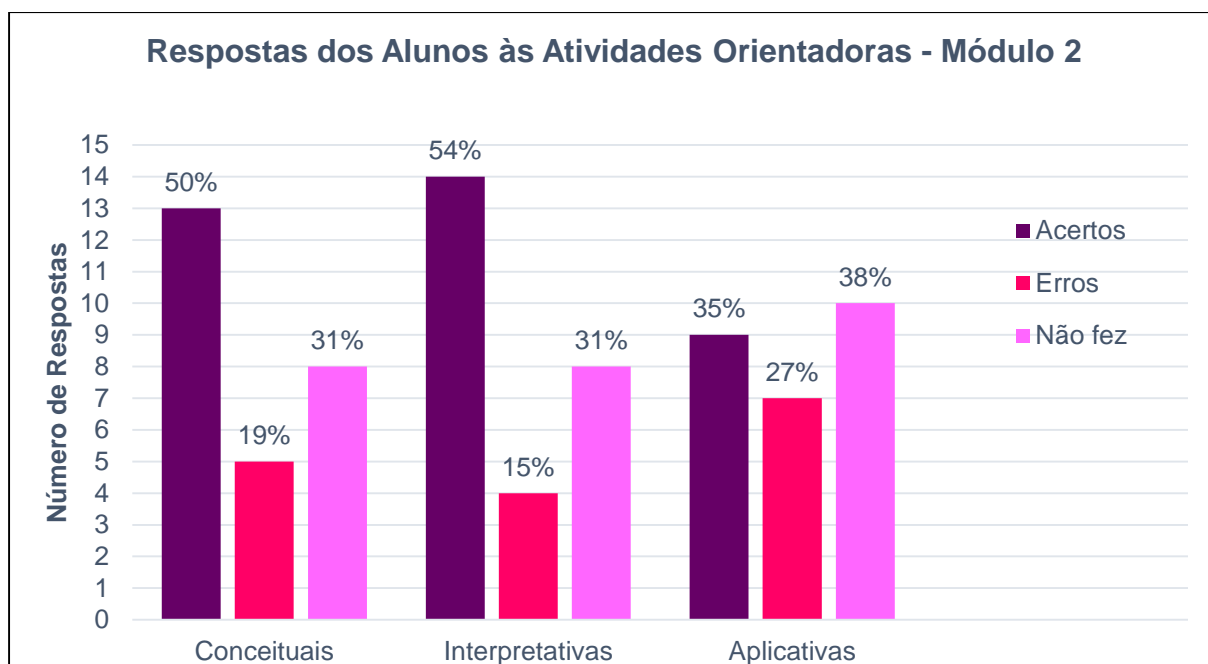
Sobre as questões que tinham por objetivo desenvolver a interpretação dos conceitos químicos, pode-se observar que os alunos demonstram certas dificuldades em responder às questões, visto que menos da metade das respostas estavam corretas (42%). Não é incomum, os professores se depararem com este tipo de dificuldade apresentada pelos alunos no ensino médio, ou seja, eles não conseguem desenvolver uma interpretação adequada dos problemas e assim não o compreendem para que possam formular uma resposta. Esse problema é reflexo da baixa proficiência em leitura apresentada pelos estudantes, e a falta do hábito em ler implica diretamente na capacidade de interpretação. De acordo com os dados apontados pela última pesquisa realizada pelo Programa de Avaliação de Estudantes – PISA – 50% dos estudantes brasileiros não atingiram o mínimo de proficiência em leitura até o final do E.M. (BRASIL, 2019). Outro fato importante a se destacar é o alto índice de alunos que não responderam às questões, o que aponta para uma possível insegurança em responde-las de forma incorreta.

A respeito das questões aplicativas, aquelas em que os alunos precisam aplicar os conceitos abordados nas videoaulas aos exercícios, constata-se que a grande maioria não conseguiu desenvolver as questões, pois apenas 35% as responderam de forma correta. 15% deles responderam de forma incorreta e 50% não responderam às questões. Ao fim de cada atividade, foi criada uma questão para que os alunos escrevessem as suas dúvidas. Segundo Oliveira, Araujo e Veit (2016), ao fazer isso o professor está estimulando a capacidade de reflexão e argumentação dos estudantes. Neste módulo de ensino, 90% deles responderam que tiveram dificuldade em fazer balanceamento, fazer as relações molares e elaborar/efetuar as regras de três. A estequiometria é um conteúdo que exige dos estudantes exatamente o tipo de habilidade em que os alunos relatam sentir dificuldades, a leitura e interpretação das questões e habilidades matemáticas. Estes resultados condizem com o trabalho de Santos e Silva (2014) onde as pesquisadoras relatam que as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes no estudo de estequiometria referem-se à abstração e a transição entre níveis de transição da matéria, a grandeza da constante de Avogadro, a confusão entre

mol/quantidade de matéria/Constante de Avogadro/massa molar e as dificuldades matemáticas.

Dessa forma, constatou-se que, em sala de aula, as atividades desenvolvidas deveriam buscar desenvolver a habilidade de interpretação bem como elucidar as dúvidas referentes a balanceamento, constante de Avogadro, mol, quantidade de matéria e suas relações, bem como formas para elaborar e desenvolver as regras de três. Ademais, procurar demonstrar, através da experimentação, que a Estequiometria está presente no dia a dia deste aluno, para que ele possa ver sentido no que estuda e, assim, ter uma maior motivação para superar as dificuldades. Para Ausubel (2003, p. 137), este é um dos princípios educativos mais importantes: “o fator singular que mais influência na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo” (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Respostas dos Alunos às Atividades Orientadoras – Módulo 2



Fonte: Da autora (2020).

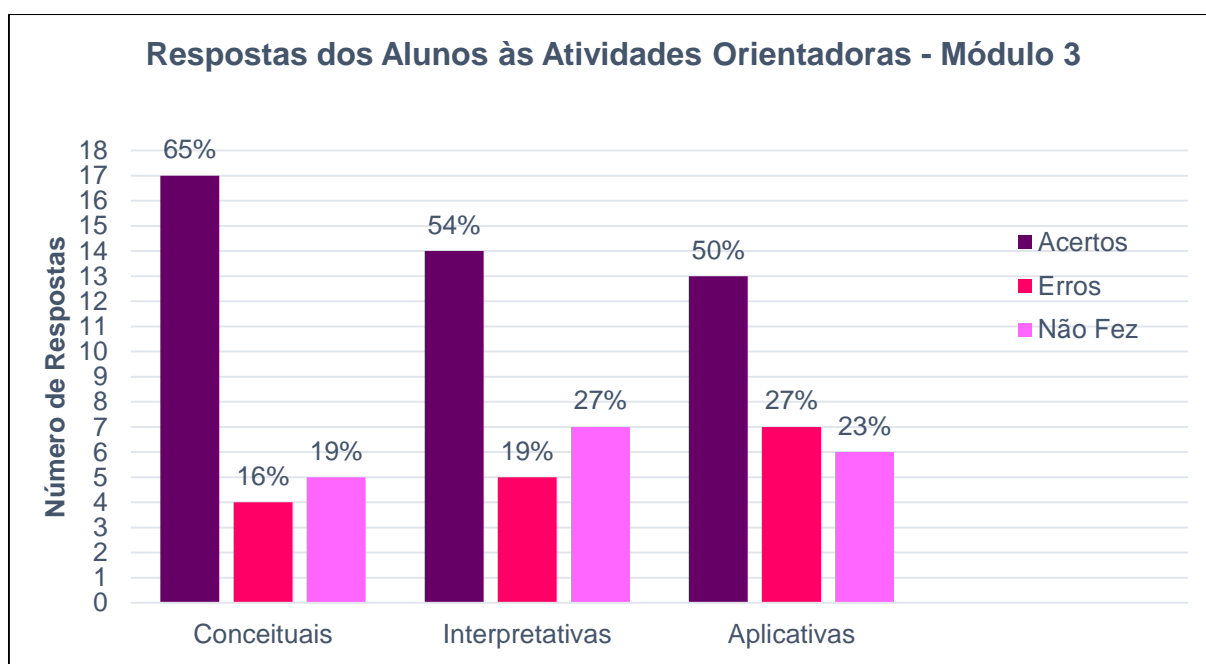
Ao se averiguar os dados expostos no Gráfico 6, percebe-se que, novamente, os estudantes apresentaram poucas dificuldades nas questões conceituais. Em relação às questões interpretativas, houve um considerável progresso (54% de repostas corretas) se comparado aos resultados do Módulo 1 (42% de repostas corretas). Uma possível explicação para isso é que, no primeiro módulo, os alunos

ainda estavam se “acostumando” com a metodologia proposta e que por isso os resultados não se apresentaram tão promissores. Nesta etapa, os estudantes já compreenderam o método e se sentem mais seguros para responder às questões, fato este evidenciado pelo menor número de respostas em branco e maior número de erros. Os erros são de fundamental importância para a análise do docente, já que é através deles que este identificará quais são as reais dificuldades apresentadas pelos alunos, que, não raro, não conseguem descrevê-las adequadamente no espaço destinado a isso.

Sobre as questões aplicativas, mais uma vez, poucos conseguiram respondê-las de forma correta. Estes resultados não são totalmente inesperados, pois, através da prática docente, observa-se que os maiores problemas enfrentados pelos estudantes são neste tipo de questão, onde ele precisa aplicar o que estudou na teoria aos exercícios e problemas.

Para este módulo de ensino, observou-se que as atividades de sala de aula deveriam ter como foco a interpretação de gráficos, aplicação de fórmulas e cálculos, e reforçar o estudo de concentrações como Título e Parte por Milhão (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Respostas dos Alunos às Atividades Orientadoras – Módulo 3



Fonte: Da autora (2020).

Ao observar os dados explanados no Gráfico 7, percebe-se que mais uma vez, os alunos conseguiram desenvolver as questões conceituais de forma satisfatória. Houve, também uma considerável diminuição nas questões não respondidas o que indica uma maior motivação em desenvolver as atividades propostas. Um fato importante a se destacar neste módulo de ensino, é a alta porcentagem de acertos nas atividades aplicativas (50%), o que não ocorreu nos outros dois módulos. Acredita-se que a forma como as atividades foram desenvolvidas ao longo deste trabalho possa ter contribuído para um amadurecimento dos estudantes em relação ao seu processo de ensino e aprendizagem o que proporcionou uma maior autonomia na construção das suas repostas.

Para este módulo de ensino, constatou-se através das dúvidas explanadas pelos estudantes e pelo tipo de erro observado, que as atividades de sala de aula deveriam abordar a regra do jogo de sinais, cálculos com os mais diversos tipos de variação de entalpias e mais especificamente cálculos envolvendo Lei de Hess.

5.1.3 Análise dos resultados da 3ª Etapa - respostas das atividades de sala de aula

Esta etapa é considerada por nós, autores deste trabalho, e por outros vários pesquisadores que utilizam a SAI (BERGMANN; SAMS, 2012; LAGE; PLATT; TREGLIA, 2000; TLEVELIN; PEREIRA; OLIVEIRA NETO, 2013) como uma das etapas mais importantes da metodologia. É aqui que o docente vai poder desenvolver atividades que primam por um ensino e aprendizagem mais qualificado, mais nobre, já que este tempo é destinado à realização de atividades e problemas que têm por objetivo uma aprendizagem direcionada as reais necessidades dos alunos, sejam elas quais forem.

Nesta etapa, antes de dar início as Atividades de Sala de Aula, os primeiros minutos de aula, eram destinados a correção das Atividades Orientadoras e esclarecimentos dos pontos que não haviam ficado claro aos estudantes. Para tal, a docente utilizava a resposta de alguns dos estudantes, como forma de promover a discussão e ampliação dos conceitos químicos (ARAÚJO; MAZUR, 2013), sempre priorizando aquelas questões em que o número de respostas incorretas havia sido maior. Os estudantes sempre se mostravam ansiosos em ter suas repostas

utilizadas como exemplos, apesar de a docente nunca revelar a quem pertenciam estas repostas, o que se mostrou um verdadeiro estímulo para que os alunos realizassem as Atividades Orientadoras. Este resultado vem ao encontro das constatações feitas por Formica, Easley e Spraker (2010), quando dizem que é comum os estudantes que têm suas repostas selecionadas sentirem-se mais motivados a participar das discussões e realizar as atividades. Esta parte do Desenho Metodológico utilizado neste trabalho é conhecido como Ensino Sob Medida (EsM), onde o professor tem a possibilidade de planejar suas aulas a partir dos conhecimentos e dificuldades dos seus alunos manifestados através das respostas que eles fornecem em atividades prévias e anteriores à sala de aula. De acordo com Marrs e Novak (2004, p. 52), “o EsM é uma mistura cuidadosamente orquestrada de atividades de aprendizagem”. Após todas as dúvidas sanadas, desenvolveram-se as demais atividades em sala de aula.

Em um primeiro momento, os estudantes eram orientados a reunirem-se aos pares. Em algumas aulas a docente deixava eles escolherem as duplas, em outras, eram incentivados a trocar a dupla, para que houvesse uma dinâmica mais abrangente e as discussões fossem mais promissoras. O fato de conhecer as dificuldades dos alunos permitiu a docente fazer esta pequena interferência, dado que em pouco ou nada contribuiria à sua aprendizagem reunirem-se dois alunos que possuíam os mesmos tipos de dificuldade, ou ainda, que não haviam realizado as Atividades Orientadoras.

Nesta fase da etapa, utilizou-se alguns aspectos da Aprendizagem aos Pares. Como já citado anteriormente neste trabalho, normalmente, a resolução da maior parte dos exercícios é realizada em casa. Existe uma parcela considerável de estudantes que chega em sala de aula com estas atividades em branco, e quando questionados sobre o motivo de não realizar as atividades propostas, os motivos relatados são os mais variados possíveis, por vezes, até descabidos, porém o fato é que a justificativa mais utilizada é: “não entendi!” E em grande parte, isso realmente acontece. Se analisar a forma como a aula dita tradicional se desenvolve, muitos alunos não conseguem compreender a explicação do professor, seja por ter problema em manter a atenção, seja porque sua capacidade de raciocínio é mais lenta, ou mesmo por ter pouco interesse no assunto. Além disso, mesmo aquele aluno que consegue acompanhar a aula com atenção, não raro, acaba por ter uma percepção equivocada sobre a sua aprendizagem sob o conteúdo e só percebe que

realmente não compreendeu na hora em que vai realizar as atividades em casa. Portanto, na hora de responder às questões, os alunos sentem dificuldade e acabam desistindo de realizá-las.

Nesse contexto, sabendo que a Físico-Química é um ramo da Química que é extremamente procedimental, ou seja, exige que sejam desenvolvidas vários exercícios e problemas para que possa ser compreendida, o objetivo era de que os alunos conseguissem superar suas dificuldades resolvendo as questões em sala de aula, discutindo-as com os colegas e com a professora, promovendo uma aprendizagem com foco no questionamento para que os alunos passassem mais tempo em aula pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo do que passivamente assistindo às explicações do professor.

O que se observou sobre a utilização de aspectos desta metodologia ativa, foi o desenvolvimento de uma aprendizagem que beneficiou ambos os alunos componentes da dupla. Aquele com maior facilidade aprimorou seus conhecimentos, através da explicação e defesa dos seus argumentos, internalizando os conceitos. Segundo Araújo e Mazur (2013), este processo possibilita uma melhora em armazenar e reter as informações discutidas. Já aquele com maiores dificuldades encontrava no colega uma pessoa mais “próxima a ele”, com a qual possuía uma maior liberdade e, por vezes um vínculo maior, o que permite questionamentos que, na sua concepção, o professor poderia considerar irrelevantes. Para Mazur (1997), o aluno compreende melhor as dúvidas do seu colega, pois, assim como ele, acabou de ter o primeiro contato com os conceitos, diferente do docente que, por já conhecê-los a muito tempo, não consegue compreender as dificuldades do estudante. Para os pesquisadores Oliveira, Araujo e Veit (2016, p. 6), a troca de informações é extremamente rica e não é necessariamente um movimento unilateral e com papéis fixos:

A diversidade beneficia os alunos que naquela ocasião compreenderam mais rapidamente o conteúdo e têm a chance de consolidar sua própria aprendizagem ensinando, e também auxilia aqueles que apresentaram dificuldades, que aprendem com seus colegas e, por meio de suas dúvidas, estimulam as discussões. É importante frisar que tais papéis assumidos pelos estudantes não são necessariamente fixos, podendo se alternar ao longo da realização das atividades.

Esses fatos ficam evidenciados ao se analisar as respostas dos estudantes ao questionário, quando perguntados se haviam ajudado os colegas ou se haviam

sido ajudados por eles. As respostas destacadas são transcritas tal qual foram recebidas, e, portanto, não há correção ortográfica ou gramatical.

Aluno 1: *“Os dois, a troca de conhecimento torna a aprendizagem mais dinâmica”.*

Aluno 2: *“Os dois, influenciou bastante eles me ajudaram a entender as matérias melhor”.*

Aluno 3: *“Eu e meus colegas nos ajudamos quando temos dificuldades, isso influenciou na minha aprendizagem porque muitas vezes meus colegas me explicam a matéria de uma forma que eu entenda”.*

Aluno 4: *“Fui ajudada pelos colegas, e entendi com eles coisas que eu não entendi com a prof.”.*

Aluno 5: *“Fui ajudada e ajudei, influenciou bastante e num modo bom, consegui aprender muita coisa e tirar a maioria das minhas dúvidas”.*

Dessa forma, percebe-se que se desenvolveu entre alunos habilidades que são essenciais na atual sociedade, como, por exemplo, o trabalho colaborativo, onde é necessário tanto saber ouvir como se comunicar. Dentro desse contexto, a teoria de Vygotsky (2002) salienta que o ensino e a aprendizagem se constroem por meio das interações sociais, que podem acontecer como todos os indivíduos envolvidos no processo.

Sobre as exercícios e problemas desenvolvidos em sala de aula, utilizou-se algumas concepções do EsM. As Atividades Orientadoras foram de extrema importância para a elaboração das Atividades de Sala de Aula, pois estas foram criadas com o objetivo de desenvolver e/ou aprimorar as habilidades em que os alunos demonstravam, através de suas respostas e dúvidas, que não haviam conseguido desenvolver. Dessa forma, construiu-se uma conexão entre o que é feito fora e dentro da sala de aula. No entendimento de Araujo e Mazur (2013, p. 373), o EsM é uma importante ferramenta para a percepção e utilização dos conhecimentos prévios dos alunos e na elaboração das aulas:

O EsM operacionaliza o levantamento de dúvidas e dificuldades dos alunos permitindo que o professor possa de fato levar em conta o conhecimento prévio deles na organização do ensino. Tanto a elaboração das breves exposições orais, quanto a escolha das questões conceituais pode ser fortemente facilitada se o professor contar com esse tipo de feedback.

Após os alunos formarem as duplas, eram propostas a eles atividades de níveis fácil, intermediário e difícil. Os estudantes eram orientados a fazer aquelas que eles acreditavam que seria o seu nível de compreensão do assunto. Contudo, existia um número mínimo de questões a serem realizadas, para que estas fossem

computadas para a sua avaliação final. Sempre eram orientados a responder pelo menos uma questão de nível médio e uma de nível difícil. O objetivo desta estratégia de ensino era o de motivar os estudantes a fazer estas atividades, visto que, na aplicação anterior à desta análise, percebe-se que ao distribuir o mesmo tipo de questões para todos os alunos, muitos deles não as realizavam. Apesar de haver casos em que os alunos não queriam mesmo fazer as atividades, havia também aqueles que não conseguiam se adaptar ao nível destas questões, ou por considerarem muito difíceis e assim se achar incapaz de resolvê-las, mesmo com a ajuda dos colegas e da professora, ou por as considerarem muito fáceis e assim não ver sentido em fazer uma coisa que eles já “sabiam”.

Portanto, ao distribuir os mais variados níveis de questões para os alunos, e permitir que eles “escolhessem” qual fariam, foram sanados estes problemas, visto que aqueles que tinham maiores dificuldades não se sentiam desestimulados e percebiam que, apesar das dificuldades, eles conseguiam resolver pelo menos algumas das atividades.

Dessa forma, aquele sentimento de impotência e de incapacidade de resolver os problemas de Química ficavam bem menos evidenciados e os estimulava-os a realiza-las. Já aqueles alunos que possuíam um nível mais avançado na compreensão dos conceitos, não se sentiam mais tão entediados em resolver questões tão fáceis, e sim problemas um pouco mais desafiadores e que estimulassem e aguçassem a sua curiosidade. Segundo Araujo e Mazur (2013), o fator primordial para promover o engajamento dos alunos durante a aula é que haja mudança nas atividades que realizam.

Além disso, promoveu-se o desenvolvimento da tão comentada autonomia dos alunos no seu processo de ensino e aprendizagem, dado que, ao transferir a eles a tarefa de escolher os exercícios, possibilitou-se que o ritmo de aprendizagem seja ditado por ele e não pelo professor. Assim, de uma forma geral, conseguiu-se uma participação muito significativa nas Atividades de Sala de Aula. Obviamente que, por ser uma metodologia aplicada ao longo de todo um ano letivo, não se pode afirmar que em todas as aulas de Química houve 100% de participação, afinal se está trabalhando com adolescentes que por vezes estão mais dispostos e por vezes não, mas as observações de sala de aula retratadas no diário de anotações apontam para uma participação expressiva ao longo de toda a aplicação do

Desenho Metodológico. Para dar continuidade a análise desta etapa, selecionou-se 3 atividades em particular, que serão discutidas a seguir.

A primeira atividade, foi um problema realizado em sala de aula sobre o conteúdo de Estequiometria. Para Pozo (1998), um problema se difere do exercício, pois refere-se a uma nova situação, mais desafiadora, diferente do que já foi aprendido, o que exige do aluno criatividade, originalidade, reflexão e tomada de decisões, enquanto que no exercício o aluno apenas reproduz o que foi explicado como uma forma de exercitar o que aprendeu. Dessa forma, o exercício serve como uma preparação para que o aluno adquira habilidades e competências para conseguir resolver um problema (COSTA; MOREIRA, 2001). Assim, foi proposto o seguinte problema:

Para responder as questões abaixo, leia o texto a seguir.

O dióxido de carbono (CO₂) é um dos vários gases presentes no efeito estufa, o qual é responsável por mudanças climáticas. Segundo estudos, este gás, que é um dos produtos liberados na queima de derivados do petróleo, tem a capacidade de elevar a temperatura do planeta o que implica em vários problemas, dentre eles o aquecimento global. Um dos derivados do petróleo que é muito utilizado é a gasolina. Ela é composta por uma mistura de hidrocarbonetos, entre elas o octano (C₈H₁₈). A queima de um litro de gasolina é capaz de liberar cerca de 2,3 kg de CO₂ para a atmosfera.

a) Escreva a reação balanceada da queima da gasolina.

b) Considere que a gasolina seja composta em sua maior parte de octano e que 1L de gasolina equivale a uma massa de 0,74 Kg deste composto, qual a quantidade de CO₂ emitida na atmosfera em 1 ano por uma empresa de vendas que possui uma frota de 50 carros. Sendo que cada carro percorre em média 150 Km por dia. Considere ainda, que estes carros percorrem uma distância de 14 Km com 1L de gasolina.

c) Suponha agora que existe na legislação uma multa para veículos que ultrapassem o limite de emissão de gás CO₂ na atmosfera. O limite máximo estabelecido é de 20 Kg de CO₂ por dia para veículos pequenos. Esta multa seria de 120 reais a cada 2 kg de CO₂ excedentes. Qual seria o valor da multa que esta empresa pagaria por mês?

d) Diante dos gastos excessivos com multas, o dono da empresa contratou um profissional para orientá-lo na redução destes gastos. Imagine que este profissional é você e proponha, através de cálculos uma forma de ajudar o dono da empresa a reduzir gastos.

A análise deste problema mostra que as letras a, b e c não constituem propriamente um problema, mas sim exercícios problematizados. Diferente da letra d que pode apresentar mais de uma resposta e, assim, atende ao conceito de problema determinado por Pozo (1998).

O desenvolvimento desta atividade mostrou-se um verdadeiro desafio. Ao receber a questão, os estudantes foram orientados de que podiam utilizar qualquer fonte de pesquisa que quisessem para poder resolvê-la, inclusive a internet. Em um primeiro momento, observou-se que os alunos não conseguiam decidir de que forma iam começar a resolver a questão. Manifestaram muitas dúvidas, inclusive de coisas que a docente acreditava que à esta altura do trabalho eles já dominavam, como por exemplo, balancear reações químicas e construir/efetuar regras de três. Todavia, ficou claro que os alunos ainda apresentavam dificuldade em interpretar e retirar dados do problema. Dessa forma, acredita-se que o principal obstáculo enfrentado foi o de precisar o quanto de informações fornecer aos alunos. Ao mesmo tempo em que não se tinha a intenção de dar as respostas a eles, também se percebia que, ao não dar, eles não conseguiriam responder ao problema.

Assim, os estudantes ocuparam 4 períodos de 45 min cada para responder ao problema e mesmo assim, os resultados não foram muito promissores. Das 13 duplas, apenas duas conseguiram resolver o problema inteiro, apresentando tudo o que foi solicitado. Ambas, responderam que a solução para a empresa seria trocar o combustível que estava sendo utilizado pela mesma (gasolina), por álcool, apresentando a reação de combustão do álcool e demonstrando através de cálculos que carros que utilizam álcool emitem menos CO_2 na atmosfera e assim, apresentaram uma solução viável para o problema apresentado na questão.

Uma segunda dupla resolveu apenas a parte fechada. Duas duplas resolveram a parte fechada sem apresentar erros nos cálculos, e responderam a parte aberta apresentando apenas supostas alternativas como utilizar carros elétricos, ou ainda reduzir o percurso percorrido pelos automóveis da empresa, mas não corroboraram suas propostas com cálculos.

Outras três duplas conseguiram desenvolver apenas a primeira questão do problema, sendo que as demais foram respondidas de forma incorreta, demonstrando que ainda apresentam grandes dificuldades em interpretar e organizar as informações fornecidas pela questão, além de erros nos cálculos e dificuldades em construir relações matemáticas e regras de três. Responderam à parte aberta da questão, porém também apresentaram apenas propostas superficiais como a de reduzir a frota de carros da empresa (2 duplas) e alternar os dias de venda da empresa (1 dupla), mas sem apresentar cálculos ou alguns argumentos mais eficazes para o problema.

Houveram ainda outras duas duplas que acertaram apenas a primeira questão do problema, aquela em que é pedido a reação de queima da gasolina, e 3 duplas que não conseguiram responder a nenhuma questão da parte fechada de forma correta e também não propuseram nenhuma alternativa para a parte aberta do problema.

Portanto, apesar de terem sido desenvolvidos vários exercícios sobre o conteúdo de Estequiometria, a análise das respostas dos estudantes à esta questão deixa claro que eles ainda apresentam sérias dificuldades com a aplicação dos conceitos em situações reais. Uma possível explicação para estes resultados é a pouca familiaridade dos alunos com o tipo de problema desenvolvido. Em sua grande maioria, relataram nunca ter respondido a este tipo de atividade. Sua experiência se resume em fazer exercícios que são respondidos de forma automática onde necessitam apenas a aplicação de uma fórmula ou algoritmo, por exemplo. Quando lhes é apresentado um problema que apresenta uma situação real e desafiadora que exige pesquisa, discussão, estratégia e tomada de decisões e ainda que não apresenta uma única resposta, as dúvidas são muitas.

Nesse sentido, Pozo (1998, p. 17) destaca que ensinar aos alunos a resolução de um problema vai muito além de dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes na solução do problema, “exigem a ativação de diversos tipos de conhecimento, não só de diferentes procedimentos, mas também de diferentes tipos de atitudes, motivações e conceitos”.

Resultados semelhantes aos encontrados podem ser verificados nos trabalhos de Ruppenthal *et al.* (2015), onde as autoras analisam a capacidade de resolução de problemas no ensino de Ciências de alunos de 8º e 9º ano do Ensino Fundamental. Utilizaram para tal, um teste adaptado baseado no trabalho de García García e Renteria Rodriguez (2012), e concluíram que os estudantes apresentam graves dificuldades em cinco dos sete critérios elencados para a análise das respostas dos alunos. Entre eles estão dificuldade em: utilizar os conhecimentos adquiridos em outros contextos; estabelecer relações entre as partes apresentada; leitura crítica do enunciado; separar informações importantes das irrelevantes.

No entanto, apesar de todas as dificuldades discutidas e apontadas nesta análise, acredita-se que para um primeiro contato com um problema, os resultados foram de certa forma, satisfatórios, porque houve 100% da participação dos estudantes nesta atividade, ou seja, apesar dos erros todos os alunos, buscaram de

alguma forma responder à questão. É preciso levar em consideração que, em sua maioria estes alunos, estão habituados a uma forma de ensino onde eles apenas escutam e recebem quase que todas as respostas prontas, uma aprendizagem que não prioriza seus conhecimentos prévios e são frutos de um sistema educacional onde o foco é aprovação e não o conhecimento. Assim, seria muito pretensioso acreditar que, logo em um primeiro problema, os resultados seriam surpreendentes, afinal qualquer movimento no sentido de mudança, leva certo tempo até que consiga apresentar resultados mais promissores e significativos.

A segunda atividade selecionada para esta análise foi uma atividade prática realizado no laboratório ainda sobre o conteúdo de Estequiometria. O objetivo era de verificar a reação envolvida na efervescência de um comprimido antiácido em água e calcular o teor (massa em mg) de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) a partir da massa de dióxido de carbono (CO_2) produzido na efervescência. Foram utilizados 4 períodos de 45 minutos para o desenvolvimento desta atividade. Os alunos se reuniram em duplas e cada dupla recebeu um kit contendo três comprimidos antiácido efervescente e três copinhos descartáveis.

A balança era de uso coletivo. Juntamente com o kit, receberam todas as orientações escritas de como desenvolver a atividade prática, que também foram reforçadas pela docente antes do início da atividade. No material recebido pelos estudantes, dizia para que eles se imaginassem técnicos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão que regulamenta a produção de medicamentos, e que eles deveriam testar, através da experiência descrita no material se o a quantidade de bicarbonato expresso no rótulo do medicamento *Sonrisal* estava correto. Para isso, eles deveriam repetir três vezes o teste e depois fazer uma média, logo após, deveriam elaborar um parecer técnico a respeito do que haviam averiguado com o experimento. Por último, deviam calcular o rendimento da reação química desenvolvida no laboratório. Nesta atividade, optou-se por desenvolvê-la da forma mais simples, ou seja, os alunos recebendo e seguindo todas as orientações necessárias ao desenvolvimento do experimento. A justificativa para isso, foi o fato de que muitos estudantes nunca tinham entrado em um laboratório, sendo aquele seu primeiro contato com este tipo de atividade. Assim, concluímos que, neste momento, o mais apropriado seria fornecer um passo a passo sem a exigência de habilidades mais complexas. As orientações dessa prática, bem como os registros da mesma (Figuras 9 e 10), encontram-se a seguir.

PREPARO DE SOLUÇÕES DE DICROMATO DE POTÁSSIO ($K_2Cr_2O_7$)

Objetivo: Preparo de soluções de concentração igual ou mais próxima possível da solução padrão.

Materiais e reagentes:

- Dicromato de Potássio sólido
- Balão volumétrico
- Béquer;
- Espátula
- Pipeta
- Balança simples
- Borrifador

1º Parte:

Procedimento Experimental:

Utilizando o material do seu kit, preparar a solução que deverá possuir a mesma concentração da solução_____.

Cálculos:

Massas Molares:

$K = 39g$; $Cr = 52g$; $O = 16g$

Descrição da Técnica:

Conclusão: Após o preparo da solução descrita acima, concluímos que a solução possui concentração de _____.

2º Parte:

Proponha uma forma de chegar na concentração da Solução n° 6, utilizando a solução que vocês, ou seus colegas prepararam na primeira parte deste trabalho.

Figura 9 - Alunos realizando a atividade prática no laboratório referente ao Módulo 1



Fonte: Da autora (2020).

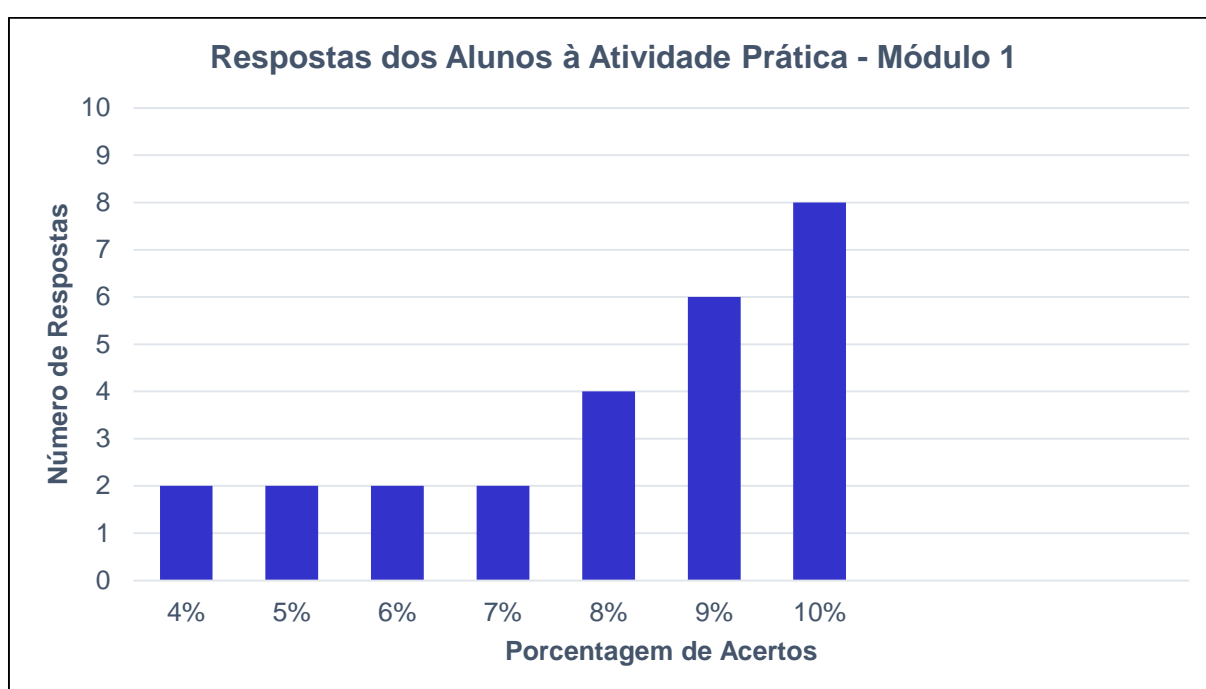
Figura 10 - Alunos realizando a atividade prática no laboratório referente ao Módulo 1



Fonte: Da autora (2020).

Os estudantes demonstraram grande interesse em desenvolver a atividade. A expressão concentrada, e o olhar atento evidenciam o seu comprometimento. Só quem ministra uma atividade assim, consegue compreender o tamanho da satisfação de um docente ao ver este tipo de expressão no rosto dos seus alunos. A atividade possuiu um peso de 10% na avaliação dos alunos. O Gráfico 8 traz os resultados desta atividade.

Gráfico 8 - Respostas dos Alunos à atividade prática referente ao Módulo 1



Fonte: Da autora (2020).

A análise dos dados apontados no Gráfico 8 demonstra que 31% dos estudantes (4 duplas) desenvolveram a atividade sem apresentar nenhum erro nos cálculos e apresentando uma excelente conclusão da sua técnica, onde destacam que “iriam relatar ao setor responsável o erro encontrado no rótulo do medicamento em comparação aos testes feitos em laboratório”. Obviamente, a docente explicou aos alunos que aquele experimento não era o utilizado para testes de medicamentos em um contexto real, e que a proposta de eles “serem técnicos da Anvisa” era só uma brincadeira para dar um caráter mais lúdico à atividade. Outros 38% (5 duplas) apresentaram alguns pequenos erros, como por exemplo, deixaram de escrever algumas informações do passo a passo das atividades no laboratório, outros 15 % (2

duplas) conseguiram desenvolver um pouco mais da metade da atividade, apresentando também alguns erros de cálculos, e na descrição dos procedimentos no laboratório, 15% (2 duplas) apresentaram erro na elaboração dos cálculos, o que acabou resultando em conclusões equivocadas sobre o trabalho. Não houve nenhum aluno que tivesse uma porcentagem com menos de 4% de acertos na atividade. Assim, destaca-se que, de uma forma geral, 85% dos alunos conseguiram desenvolver a experimentação e elaborar suas respostas de acordo com o que lhes foi solicitado na atividade e apenas uma dupla apresentou dificuldades na resolução dos cálculos e elaboração da conclusão do seu trabalho.

O desenvolvimento desta atividade mostrou-se extremamente gratificante, tanto para a docente quanto para os alunos. Para a docente, pois conseguiu despertar o interesse dos alunos, promovendo seu engajamento e esforço no desenvolvimento da prática. Apesar de ser um tipo de atividade experimental extremamente simples e que não exige grandes habilidades do aluno como os problemas, por exemplo, conclui-se que o objetivo da mesma foi alcançado, visto que reforçou os conceitos do conteúdo de estequiometria, e possibilitou àqueles estudantes que nunca haviam entrado em um laboratório, uma experiência muito proveitosa e satisfatória. Além disso, foi possível mostrar através da prática, mesmo que de forma singela, o trabalho dentro de um laboratório e parte da rotina dos profissionais que trabalham nesta área. Ainda, foi possível mostrar a importância do conteúdo de Estequiometria tanto para os cidadãos como para o desenvolvimento da ciência.

A terceira e última atividade a ser analisada, também é uma experimentação, contudo, aliada a resolução de problemas sobre o conteúdo de Soluções. Em um primeiro momento, a docente solicitou aos alunos que realizassem uma pesquisa sobre o preparo de soluções em um laboratório. Esta pesquisa possuía questões que deveriam ser respondidas pelos alunos, para orientá-los sobre o que e como pesquisar sobre o tema. O objetivo era de que eles compreendessem como fazer uma solução no laboratório e quais materiais e vidrarias utilizar para isso. Após foram divididos em duplas e a cada dupla foi fornecido um kit de laboratório que continha béquer, espátula, borrifador, balões volumétricos, dicromato de potássio em pó e uma solução de concentração definida pela professora, porém não conhecida pelos alunos. Também foi fornecido uma balança a qual deveria ser usada por todos

os alunos. Existiam 5 soluções com concentrações diferentes, como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Soluções de Dicromato de Potássio preparadas pela docente para o desenvolvimento da resolução do problema referente ao Módulo 2



Fonte: Da autora (2020).

Estas 5 soluções foram distribuídas nos kits das 13 duplas que realizaram o experimento. A proposta era que cada dupla determinasse qual era a concentração da solução chamada de “padrão” presente no seu Kit, para tal deveriam elaborar uma solução de concentração o mais próximo possível daquela que estava no seu kit e prever a concentração da solução padrão através da observação e comparação da cor. Para isso os alunos dispunham de uma quantidade de soluto suficiente para três tentativas. Após chegar a uma conclusão de suas observações os alunos deveriam escrever um pequeno relatório sobre a técnica. A Figura 12 mostra o trabalho dos alunos no laboratório.

Figura 12 - Alunos realizando a atividade prática no laboratório referente ao Módulo 2



Fonte: Da autora (2020).

Em um segundo momento, foi proposto aos alunos um novo desafio. A professora deu a resposta de qual seria a concentração correta das 5 soluções padrão e apresentou a eles uma 6ª solução de concentração desconhecida. Pediu-lhes que, novamente determinassem a concentração aproximada desta 6ª solução da mesma forma que haviam feito na primeira parte do problema, ou seja, observando e comparando as cores, e baseado no que tinha sido discutido em sala de aula sobre o conteúdo Soluções, propusessem uma forma de elaborar a 6ª solução sem fazer uma solução nova, mas sim utilizando uma das 5 soluções padrão usadas na primeira parte do experimento. O objetivo era de que os alunos escolhessem produzir a sua solução utilizando os conceitos de diluição ou mistura de soluções.

Inicialmente, houve aquele momento de certa confusão dos estudantes, e a frase que imperava era: “o que vamos fazer?!”, contudo como a docente já previa este tipo de reação, já que isso se repetia da mesma forma que na resolução do

problema sobre Estequiometria, os alunos foram orientados a pensar na pesquisa que fizeram sobre o tema. E nas formas possíveis de preparar uma solução. Após, a docente pontuou que eles pensassem no material que tinham no seu Kit para que eles pudessem perceber qual deveria ser o primeiro passo a ser tomado para iniciar o preparo da solução. Com estas orientações os alunos concluíram que o primeiro passo seria observar a cor da solução que tinham no seu kit, para depois pensar no quanto de reagente possuíam e de que forma eles dividiriam aquela quantidade para que eles pudessem fazer pelo menos três testes e então comparar com a solução padrão. Depois de tomarem estas decisões, partiram para a pesagem e elaboração da solução, e então depois de compararem as três amostras com a solução padrão, foi o momento de partir para os cálculos e então determinar qual seria a concentração da solução presente no seu Kit.

Na segunda parte do experimento, primeiramente os alunos queriam repetir o que fizeram na primeira parte, contudo, a orientação era de que a concentração da 6ª solução fosse determinada através das 5 soluções padrão já existentes. Assim, os alunos perceberam que deveriam usar ou diluição ou mistura de soluções. Então começaram a se perguntar de que forma fariam isso. A docente orientou a pensarem como eles determinaram a concentração na primeira parte do experimento.

Dessa forma, os alunos concluíram que eles precisavam comparar a cor da 6ª solução com as 5 soluções anteriores, das quais eles já tinham conhecimento da concentração. As cores das 5 soluções estavam distribuídas em uma escala que variava da menos concentrada (cor mais clara) até a mais concentrada (cor mais escura), assim os alunos compararam a cor da 6ª solução entre duas das 5 soluções padrão, para que pudessem deduzir através de uma média qual a possível concentração da 6ª solução. Após as comparações e observações, partiram para os cálculos e para a parte prática que era fazer a sua solução, comparar com a 6ª solução e concluir se a concentração era aquela deduzida anteriormente. Eles tinham a liberdade de escolher quais dos métodos utilizar, contudo apenas uma dupla optou pela mistura de soluções, as demais usaram a diluição. Eles podiam realizar o experimento 2 vezes.

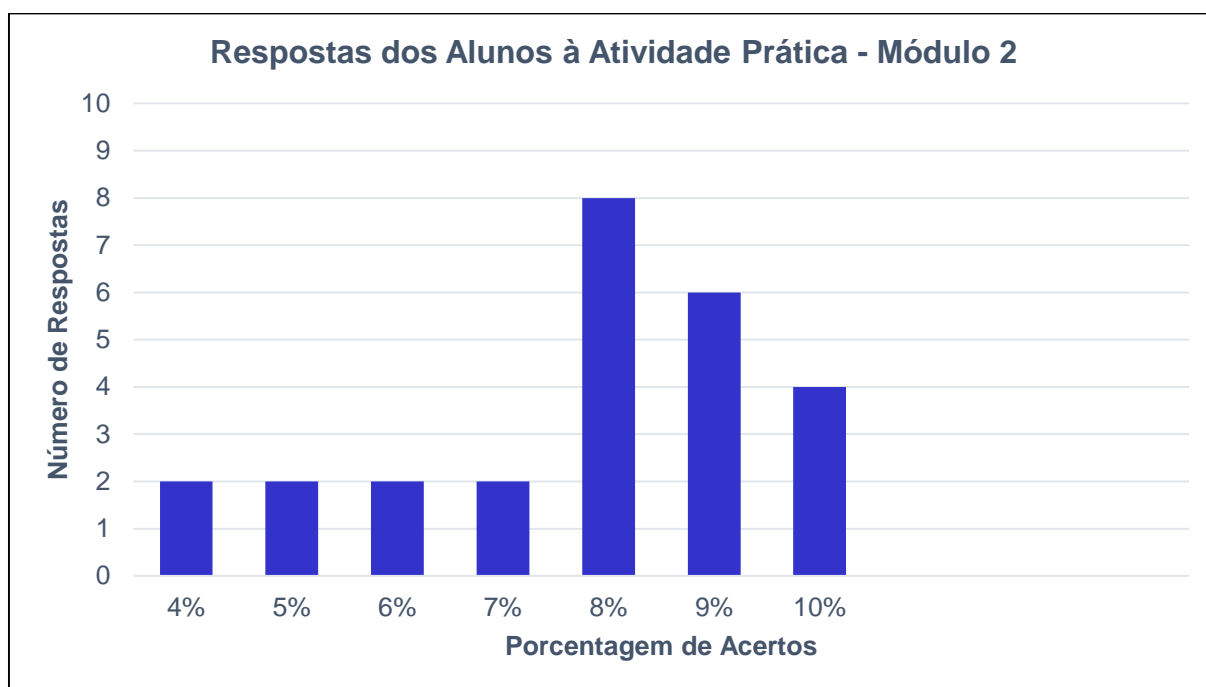
Apesar de muitas dúvidas e questionamentos sobre a prática, fruto de uma certa insegurança, e ansiedade por fazer as coisas da forma correta, percebeu-se aqui uma autonomia muito maior para realizar a atividade do que no primeiro problema desenvolvido. Houve sim ajuda e orientação da docente, mas os

estudantes conseguiam chegar as suas conclusões de uma forma muito mais rápida e significativa do que no problema sobre Estequiometria. Eles perguntavam, mas também tinham iniciativa. Concorde-se com Salesse (2012), quando destaca que ao utilizar a experimentação associada a resolução de problemas a ação do educando torna-se mais ativa, e para isso ocorrer é necessário que a prática instigue o aluno a buscar propostas de soluções a partir de pesquisas e discussão. Para Silva (2016), uma atividade de caráter investigativo exige do estudante tomada de decisões, e uma estratégia de qual será o melhor caminho para a resolução de problemas, o que implica em um processo de reflexão e raciocínio, fazendo com que o aluno identifique o problema e pense em métodos de desenvolvimento e resolução do mesmo.

De acordo com Silva (2016), para que uma abordagem experimental apresente um caráter investigativo ela deve apresentar características como: a) ser guiada a partir de um problema levantado; b) ter o envolvimento dos alunos na construção de testes e hipóteses experimentais; c) propiciar que os alunos colem e analisem dados; d) motivar os alunos a explicar a partir de evidências; e) Discussão das ideias entre os alunos com o auxílio do professor como orientador das discussões. Ao propor esta atividade aos estudantes, abordaram-se todas as características elencadas pelo autor, o que pode ter contribuído para os bons resultados observados.

Ainda, acredita-se que as atividades anteriores desenvolvidas contribuíram para um amadurecimento dos alunos em relação a resolução dos problemas. Ou seja, eles já estavam de certa forma, mais familiarizados com este tipo de atividade e também com o laboratório e a atividade prática. Assim como na atividade anterior, esta tinha um peso de 10% na avaliação dos alunos. A seguir, o Gráfico 9 traz os resultados da análise das respostas dos alunos sobre a atividade desenvolvida.

Gráfico 9 - Respostas dos Alunos à Atividade Prática referente ao Módulo 2



Fonte: Da autora (2020).

Os dados expostos no Gráfico 9 apontam para resultados bastante significativos, visto que 15% dos alunos (2 duplas), conseguiram realizar a atividade de forma completa, apresentando uma excelente compreensão da experiência e do conteúdo de soluções. Outros 62% (8 duplas), desenvolveram a atividade de forma satisfatória, contudo deixaram de destacar algumas informações importantes nas suas conclusões. 8% (1 dupla) responderam corretamente à um pouco mais da metade da atividade, apresentando pouco detalhamento dos procedimentos laboratoriais. 8% dos alunos (1 dupla) respondeu apenas a primeira parte do experimento, e 8 % (1 dupla) participou de todas as etapas do experimento no laboratório, porém não entregou o relatório do trabalho. A seguir, destacam-se alguns trabalhos que corroboram com que está sendo discutido (Figura 13).

Figura 13 - Exemplo 1: respostas dos alunos componentes da Dupla 1 à atividade prática referente ao Módulo 2

PREPARO DE SOLUÇÕES DE DICROMATO DE POTÁSSIO ($K_2Cr_2O_7$)

Objetivo: Preparo de soluções de concentração igual ou mais próxima possível da solução padrão.

Materiais e reagentes:

- Dicromato de Potássio sólido
- Balão volumétrico
- Béquer
- Espátula
- Pipeta
- Balança simples
- Borrifador

1ª Parte:

Procedimento Experimental:

Utilizando o material do seu kit, preparar a solução que deverá possuir a mesma concentração da solução 1.

Cálculos:

Massas Molares:
 $K = 39g$, $Cr = 52g$, $O = 16g$

teste 1
 $m_1 = 0,11g$
 $MM = 294g$
 $V = 0,1L$
 $M = \frac{0,11}{294 \cdot 0,1}$
 $M = 0,0037414 mol/L$

teste 2
 $m_2 = 0,09g$
 $MM = 294g$
 $V = 0,1L$
 $M = \frac{0,09}{294 \cdot 0,1}$
 $M = 0,0030612 mol/L$

* Teste 3
 $m_3 = 0,09g$
 $MM = 294g$
 $V = 0,1L$
 $M = \frac{0,09}{294 \cdot 0,1}$
 $M = 0,0030612 mol/L$

continuação através da folha
 $M = \frac{0,05}{294 \cdot 0,1}$
 $M = 0,0017006 mol/L$

Descrição da Técnica:

- Usando o béquer, pesamos quantidades de massa experimentais (m_1, m_2, m_3) de dicromato e o diluimos com 40 ml de água.
- Transferimos para o balão volumétrico e diluimos (com o auxílio da água) até alcançar o nível de 100 ml.
- Comparamos as cores com a solução modelo e calculamos a concentração molar com os dados coletados.
- Repetimos o processo três vezes para um resultado mais próximo da solução modelo.

$M_i \cdot V_i = M_f \cdot V_f$
 $0,005 \cdot V_i = 0,003 \cdot 100$
 $V = \frac{0,3}{0,005} = 60 ml$
 $V_{dil} = V_f - V_i = 100 - 60 = 40 ml$

Logo, concluímos que para chegar a solução 6 devemos usar 60 ml de solução 2 e acrescentar 40 ml de água.

2ª Parte:

Proponha uma forma de chegar na concentração da Solução nº 6, utilizando a solução que vocês, ou seus colegas prepararam na primeira parte deste trabalho.

- Suposto pela cor das soluções: a solução 6 está entre as soluções 2 e 3.
- Medida das massas das soluções 2 para chegar a uma próxima de 6.
 $\frac{0,031 \cdot 0,12}{2} = \frac{0,18}{2} = 0,09 g/mol$
- Concentração molar da solução 6:
 $M = \frac{0,09}{294 \cdot 0,1} = 0,0031 mol/L$
- Utilizando como parâmetros a solução 2 (mais concentrada) para chegar a solução 6 (menor concentração) realizamos uma diluição.

Conclusão: Após o preparo da solução descrita acima, concluímos que a solução possui concentração de 0,0017006 mol/L

Excelente Trabalho!! Parabéns!!

Fonte: Da autora (2020).

A análise das respostas dos alunos demonstra a qualidade do trabalho desenvolvido. A prática foi descrita em detalhes, passo à passo dos procedimentos realizados no laboratório. As explicações são descritas com argumentações lógicas e todos os cálculos apresentam justificativas o que denota um grande senso de organização e uma compreensão genuína dos conceitos químicos. É importante

salientar a excelente capacidade de comunicação dos alunos, que conseguiram expressar através da linguagem o seu conhecimento (Figura 14). Para Vygotsky (2002), a linguagem é um sistema simbólico estruturante da mediação entre os sujeitos e o conhecimento e, na medida em que viabiliza os conceitos, permite a aprendizagem.

Figura 14 - Exemplo 2: respostas dos alunos componentes da Dupla 2 à atividade prática referente ao Módulo 2

PREPARO DE SOLUÇÕES DE DICROMATO DE POTÁSSIO (K₂Cr₂O₇)

Objetivo: Preparo de soluções de concentração igual ou mais próxima possível da solução padrão.

Materiais e reagentes:

- Dicromato de Potássio sólido
- Balão volumétrico
- Bêquer;
- Espátula
- Pipeta
- Balança simples
- Borrifador

1ª Parte:

Procedimento Experimental:

Utilizando o material do seu kit, preparar a solução que deverá possuir a mesma concentração da solução 5g

Cálculos:

Massas Molares:
K = 39g, Cr = 52g; O = 16g

concentração mol/l
12g de soluto:

$$M = \frac{m}{MM \cdot V} \rightarrow M = \frac{5}{294 \cdot 0,1} = \frac{5}{29,4} = 0,17 \text{ mol/l}$$

Formula da diluição:
 $M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$
 $0,005 \cdot V_1 = 0,0030 \cdot 100$
 $V_1 = \frac{0,3}{0,005} = 60 \text{ ml}$

Descrição da Técnica:

- 1º Começamos colocando 3g de soluto no recipiente (bêquer), e pesamos 0 na balança.
- 2º Misturamos os 3g de soluto com 100ml de solvente (água). Após fazermos isso concluímos que não alcançamos a concentração desejada.
- 3º Pesamos novamente mais soluto, desta vez, 5g. Misturamos com solvente e mais uma vez concluímos que não alcançou a concentração desejada.

Conclusão: Após o preparo da solução descrita acima concluímos que a solução possui concentração 0,17 mol/l

2ª Parte:

Proponha uma forma de chegar na concentração da Solução nº 6, utilizando a solução que vocês, ou seus colegas prepararam na primeira parte deste trabalho.

Ac olhar as soluções, concluímos que a 6ª está entre a 1ª e a 2ª sendo que a 1ª tem massa 0,03g e a 2ª 0,15g. OK

Concluímos que, provavelmente a solução 6, tenha uma concentração de 0,09 e sua massa 0,09. OK

Para chegarmos nessa conclusão, utilizamos o método da diluição. Diluindo a solução 2 até chegarmos na concentração desejada. OK

Ficou bem, só faltou dizer:
→ Pegar 40ml da solução 2 e acrescentar-se 60 ml de água.

2ª parte

concentração 1:
 $M = \frac{m}{MM \cdot V} \rightarrow M = \frac{0,03}{294 \cdot 0,1} = \frac{0,03}{29,4} = 0,0010 \text{ mol/l}$

concentração 2:
 $M = \frac{m}{MM \cdot V} \rightarrow M = \frac{0,15}{294 \cdot 0,1} = \frac{0,15}{29,4} = 0,0051 \text{ mol/l}$

concentração 6:
 $M = \frac{m}{MM \cdot V} \rightarrow M = \frac{0,09}{294 \cdot 0,1} = \frac{0,09}{29,4} = 0,0030 \text{ mol/l}$

$K_2Cr_2O_7$
 $2 \cdot 39 + 2 \cdot 52 + 7 \cdot 16 = 78 + 104 + 112$
 $MM = 294$

Fonte: Da autora (2020).

Neste exemplo, pode-se perceber que na primeira parte da atividade, os alunos descreveram quais procedimentos haviam realizado no laboratório, porém faltou dizer em que foi feita a solução e não há menção na comparação da cor.

Também não escreveram a conclusão do experimento, apenas apresentaram o cálculo. Já na segunda parte, ocorre uma descrição mais detalhada com algumas explicações de determinadas conclusões e observações, contudo algumas permaneceram sem justificativa, como por exemplo, como chegaram à conclusão de qual a seria a massa da 6ª solução e conseqüentemente sua concentração. Além disso, mencionaram que o método escolhido foi a diluição, mas não descreveram como foi feito. Obviamente, estes detalhes discutidos não impactaram tanto na avaliação destes alunos, e acredita-se que apesar destes pequenos deslizes os alunos desenvolveram a atividade e apresentaram praticamente tudo que lhes foi solicitado. No entanto, se comparar os dois trabalhos apresentados, não se pode deixar de mencionar essas diferenças (Figuras 15 e 16).

Figura 15 - Exemplo 3: respostas dos alunos componentes da Dupla 3 à atividade prática referente ao Módulo 2

PREPARO DE SOLUÇÕES DE DICROMATO DE POTÁSSIO ($K_2Cr_2O_7$)

Objetivo: Preparo de soluções de concentração igual ou mais próxima possível da solução padrão.

Materiais e reagentes:

- Dicromato de Potássio sólido
- Balão volumétrico
- Béquero
- Espátula
- Pipeta
- Balança simples
- Borrifador

1ª Parte:

Procedimento Experimental:

Utilizando o material do seu kit, preparar a solução que deverá possuir a mesma concentração da solução _____.

Cálculos:

Massas Molares:
K = 39g; Cr = 52g; O = 16g

1ª Teste foi utilizado 0,51g de $K_2Cr_2O_7$ g. ficou um pouco fúsculo, porém quase.

$$M = \frac{0,51}{294,011} = \frac{0,51}{294} = 0,017 \text{ mol/L}$$

Descrição da Técnica:

em 4 gotas contida.

0,37 $K_2Cr_2O_7$
0,42 $K_2Cr_2O_7$
0,51 $K_2Cr_2O_7$

Conclusão: Após o preparo da solução descrita acima, concluímos que a solução possui concentração de *concluímos que 0,51g de $K_2Cr_2O_7$ deu 40 ml, próximo de concentração padrão*

2ª Parte:

Proponha uma forma de chegar na concentração da Solução n° 6, utilizando a solução que vocês, ou seus colegas prepararam na primeira parte deste trabalho.

1ª Teste foi usado 0,37g de $K_2Cr_2O_7$ ficou fúsculo, porém próximo

2ª Teste " " 0,42g de $K_2Cr_2O_7$ ficou próximo, porém mais ideal

3ª e último teste: " " 0,51g de $K_2Cr_2O_7$ = ideal, muito idêntico a concentração

3 = Solução Padrão

Figura 16 - Exemplo 3: continuação das respostas dos alunos componentes da Dupla 3 à atividade prática referente ao Módulo 2

concluímos que $0,017 \text{ mol/L}$ de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ foi
 o mais próximo de concentração padrão

2ª Parte:

Proponha uma forma de chegar na concentração da
 Solução nº 6, utilizando a solução que vocês, ou seus
 colegas prepararam na primeira parte deste trabalho.

Como sugestão foi que a solução
 nº 6 fosse entre sol. nº 1 e sol. nº 2

Se na Solução nº 1 foi usado
 $0,03 \text{ g}$ e na nº 2, $0,15 \text{ g}$, supondo
 que uma 6ª foi utilizado $0,10$

$$M = \frac{0,10}{294 \cdot 0,1} = \frac{0,10}{29,4} = 0,003 \text{ mol/L}$$

$$M_i \cdot 100 = 0,003 \cdot 100$$

$$M_i = \frac{0,3}{100} = 0,003$$

Testes:

1º teste foi usado $0,37 \text{ g}$ de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 ficou pouco, porém próximo

2º teste " " $0,42 \text{ g}$ de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 ficou próximo, porém não o ideal

Fonte: Da autora (2020).

A análise destas respostas aponta para o fato de que apesar de os alunos desenvolverem o que foi solicitado na atividade, demonstram dificuldades em descrever o que foi feito. Apesar da orientação da docente sobre a forma que deveriam ser feitas estas anotações, os alunos não conseguiram expressá-las

através da escrita. Percebe-se, através de suas anotações que compreenderam a primeira parte do trabalho, e realizaram todos os cálculos de forma correta, contudo apresentaram dificuldades em justificar suas ações e cálculos. Sobre a segunda parte da atividade, eles realizaram apenas a dedução de qual seria a possível concentração da 6ª solução, contudo não propuseram uma forma de chegar a esta concentração usando os métodos de diluição ou mistura de soluções. Além disso, mesmo sua conclusão sobre a possível concentração da 6ª solução é fruto de uma especulação, mais conhecido como “chute”, pois não há menção sobre uma média calculada e nenhuma evidência de como eles chegaram a esta conclusão.

Desse modo, de todas as atividades desenvolvidas em sala de aula, acredita-se que esta tenha sido uma das mais enriquecedoras em termos de ensino e aprendizagem. Apesar de alguns alunos ainda apresentarem dificuldades em alguns aspectos do conhecimento químico, na resolução dos problemas, na leitura e interpretação, e na capacidade de argumentação, é possível perceber um grande avanço nos resultados apresentados no primeiro problema sobre o conteúdo de Estequiometria, e nos resultados discutidos anteriormente no problema de Soluções.

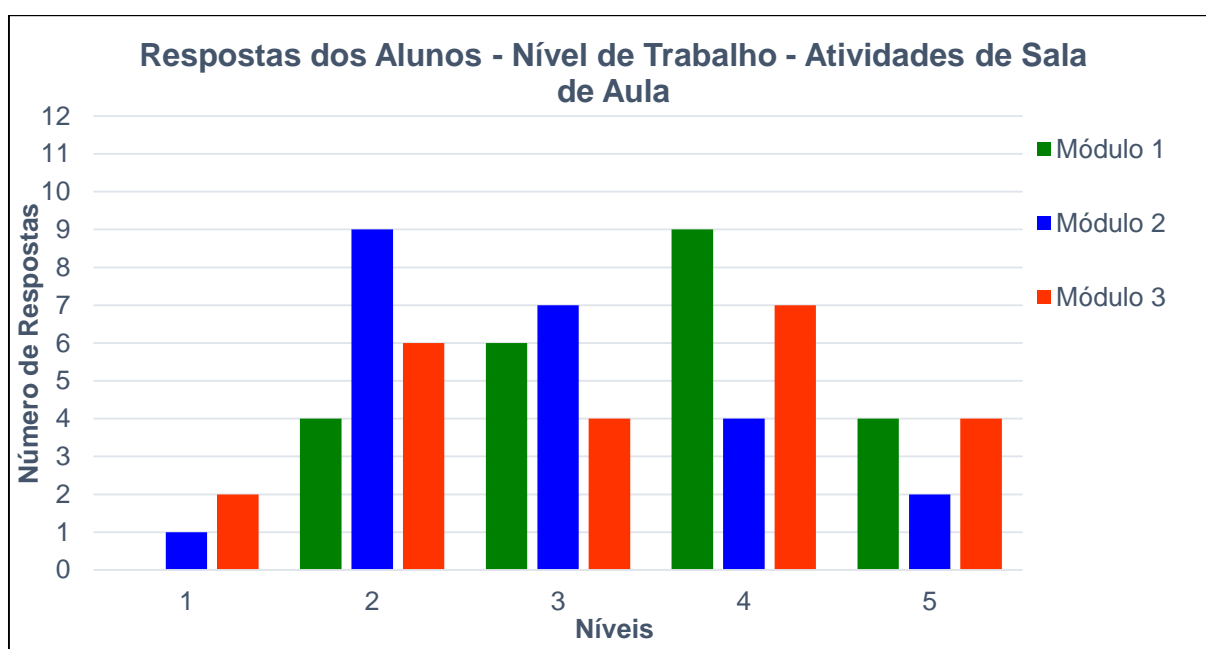
No primeiro caso, os alunos demonstraram muitas dificuldades para responder ao problema, mesmo com toda a orientação da docente, que em determinados momentos, praticamente fornecia a resposta correta, para tentar estimular os estudantes a não desistir de fazer a atividade, e mesmo assim apenas duas duplas conseguiram desenvolvê-la plenamente. Já na resolução deste último problema, a docente já sabia, de certa forma, o tipo de dificuldade que os alunos iriam apresentar, portanto, criou antecipadamente estratégias, para conduzi-los durante a atividade, de forma a fornecer o tipo certo de informação, mas sem comprometer o objetivo da atividade e sem desestimulá-los.

Dessa forma, os alunos tornaram-se responsáveis tanto pela sua aprendizagem quanto pela a do colega, criando um ambiente colaborativo de discussão e participação efetivos, o que contribui para a consolidação do que está sendo por eles aprendido. Além disso, acredita-se que o fato de os alunos estarem no laboratório e terem a oportunidade de exercer ações práticas e testar hipóteses, ao invés de apenas realizar cálculos em sala de aula, pode ter possibilitado um melhor engajamento e dedicação para concluir a atividade.

Os Gráficos 10, 11, 12 e 13, a seguir, trazem os resultados das respostas dos alunos ao questionário, quando indagados sobre qual sua percepção sobre o *Nível*

de Trabalho das Atividades de Sala de Aula, ou seja, o tempo que demoram para realizar uma atividade, sobre o *Nível de Dificuldade*, o *Nível de Aprendizagem* e o *Nível de Interesse*. Da mesma forma que na pergunta realizada sobre a opinião dos alunos a respeito das videoaulas, se utilizou uma escala com níveis que variaram de 1 a 5, onde 1 significa pouco trabalhoso, pouca dificuldade, pouca aprendizagem e pouco interesse e 5 muito trabalhoso, muita dificuldade, ótima aprendizagem e muito interesse.

Gráfico 10 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Trabalho das Atividades de Sala de Aula



Fonte: Da autora (2020).

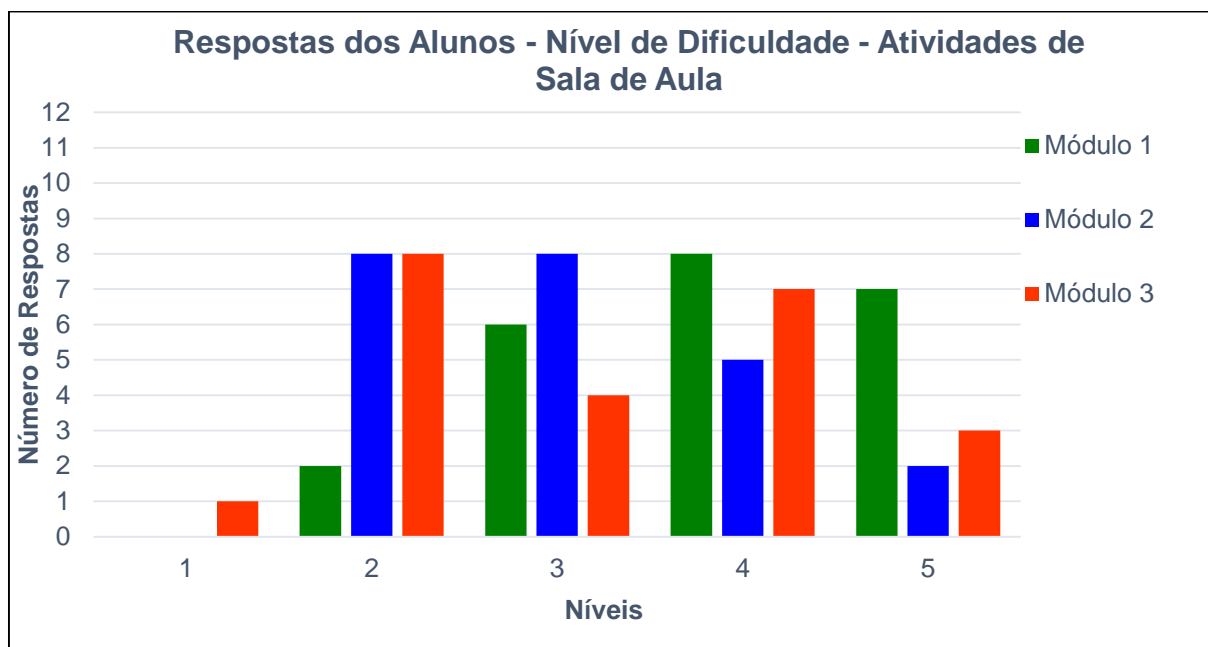
Os dados expostos no Gráfico 10 apontam que na percepção dos alunos as atividades mais trabalhosas foram aquelas referentes ao conteúdo do Módulo 1 (Estequiometria), onde, grande parte dos alunos as classificaram nos níveis 3 e 4, níveis estes que variam de intermediário a alto na escala. Os dados mostram que 17% dos alunos classificaram as atividades no nível 2, 26% classificaram-nas no nível 3, 40% no nível 4 e 17% no nível 5. Destaca-se que, normalmente é neste conteúdo que os alunos apresentam maiores dificuldades e também foi onde eles resolveram o primeiro problema, o qual levaram um longo tempo para conseguir

responder o que possivelmente os levou a estas conclusões sobre o nível de trabalho dessas atividades explanadas no Gráfico 10.

Sobre o Módulo 2 (Soluções), os alunos classificaram as atividades nos níveis 2 e 3 da escala, ou seja, as consideraram num nível que variou de baixo a intermediário. Assim os dados mostram que 4% dos alunos classificaram as atividades como muito pouco trabalhosas, nível 1, outros 40% classificaram-nas no nível 2, 30% no nível 3, 17% no nível 4 e 9% no nível 5. É curioso que neste módulo de ensino foi desenvolvido o problema aliado à atividade prática e demandou um total de 4 períodos para ser concluído, no entanto, pode-se perceber que, na percepção dos alunos, a atividade, apesar de extensa, não foi considerada trabalhosa.

Sobre o Módulo 3 (Termoquímica), as opiniões foram bem distribuídas em todos os níveis sendo que a maior número de respostas se concentrou no nível 4 da escala, ou seja, as consideraram trabalhosas. Uma possível explicação para esta percepção dos alunos é que neste módulo de ensino foi desenvolvido no período de retorno de greve. Dessa forma, alguns alunos retornam com pouca disponibilidade e paciência para realizar as tarefas, especialmente em sala de aula. Além disso, o calor e o período (janeiro) não eram nada favoráveis às aulas, visto que muitos desfrutaram de férias nessa época do ano. Assim, 9% dos alunos classificaram as atividades no nível 1, 26% classificaram-nas no nível 2, 17% no nível 3, 31% no nível 4 e 17% no nível 5.

Gráfico 11 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Dificuldade das Atividades de Sala de Aula



Fonte: Da autora (2020).

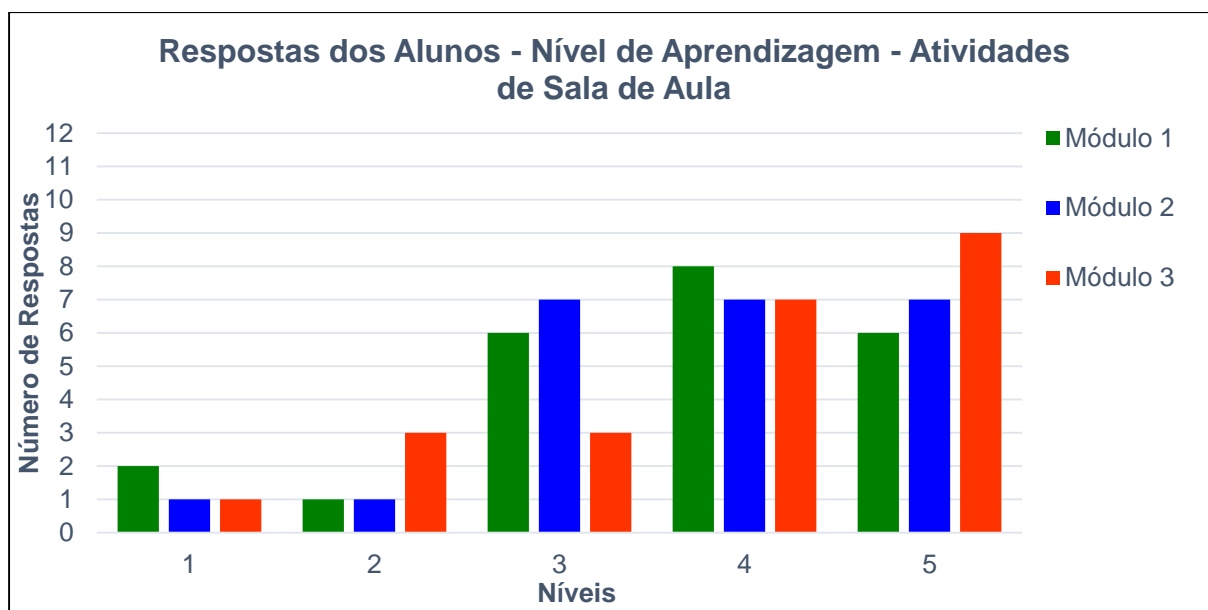
Sobre o nível de dificuldade, verificou-se que, mais uma vez, as atividades sobre o Módulo 1 são consideradas as de maior nível de dificuldade sendo classificadas pelos alunos nos níveis 4 e 5, em sua maioria, lembrando que estes são os níveis mais altos da escala. Como já citado, as habilidades de leitura, interpretação e cálculos, necessárias à compreensão deste conteúdo, são aquelas em que os estudantes demonstram maiores problemas de aprendizagem. Os dados demonstram que nenhum aluno classificou as atividades no nível 1 que significa pouca dificuldade, 9% as classificaram no nível 2, 26% no nível 3, 35% no nível 4 e 30% no nível 5. Assim sendo, concorda-se com Vygotsky (2002) quando pontua que cabe ao professor buscar alternativas para desequilibrar os esquemas mentais do aluno, oferecendo desafio compatível àquilo que conhece. Para isso, torna-se necessário um olhar criterioso acerca dos conhecimentos prévios dos alunos para perceber necessidades de intervenção.

Sobre as atividades do Módulo 2, os estudantes apontaram não sentir grandes dificuldades, visto que as classificaram nos níveis 2 e 3 da escala, que são níveis que variam de baixo a intermediário. Neste contexto, nenhum aluno

classificou as atividades no nível 1, 35% classificaram-nas no nível 2, 35% no nível 3, 22% no nível 4 e 8% no nível 5.

Sobre as atividades do Módulo 3, foram novamente distribuídas em quase todos os níveis, sendo que a maioria as classificou nos níveis 2 e 4 da escala, ou seja, alguns alunos sentiram maiores dificuldades enquanto outros não. A Termoquímica, exige praticamente os mesmos tipos de habilidades que a Estequiometria, assim acredita-se que isso juntamente com o período de greve possa ter contribuído para estas dificuldades expressa pelos alunos em suas respostas. Desse modo, os dados demonstram que 4% dos alunos classificou as atividades no nível 1, 35% no nível 2, 17% no nível 3, 30% no nível 4 e 13% no nível 5 (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Aprendizagem das Atividades de Sala de Aula



Fonte: Da autora (2020).

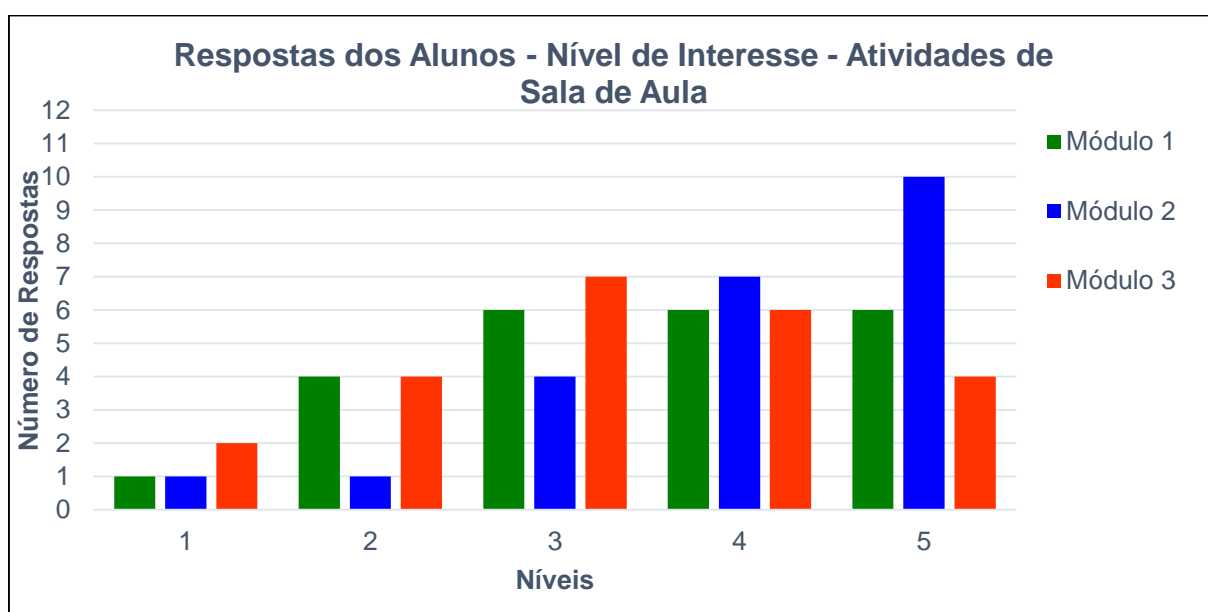
Ao analisar as repostas dos alunos expostas no Gráfico 12, fica claro que apesar de todos os problemas e dificuldades apresentados, eles consideraram que seu nível de aprendizagem foi satisfatório nos três Módulos de Ensino desenvolvidos ao longo da aplicação do Desenho Metodológico. Mesmo o Módulo1, considerada por eles um dos conteúdos mais complexos foi classificado, em sua maioria, nos níveis 3, 4 e 5 da escala, que são níveis considerados de intermediário a alto. Assim,

acredita-se que a forma como as atividades foram propostas, levando em consideração o que era relevante ao conhecimento dos alunos e incentivando o seu desenvolvimento aos pares, possa ter contribuído para esta percepção dos alunos acerca da sua aprendizagem. Segundo Vygotsky (2002), a apropriação do conteúdo de maneira significativa vem dos momentos de interação do aprendiz com o material didático e primordialmente da interação com os seus pares. Os dados demonstram que 9% dos alunos classificaram as atividades no nível 1, ou seja, acreditam que aprenderam pouco, 4% classificaram-nas no nível 2, 26% no nível 3, 35% no nível 4 e 26% no nível 5.

Sobre o Módulo 2, a classificação ficou distribuída entre os níveis 3, 4 e 5 da escala, onde observa-se que 4% dos alunos classificaram as atividades no nível 1, 4% as classificaram no nível 2, 31% no nível 3, 31% no nível 4 e 30% no nível 5.

A respeito do Módulo 3, constata-se que apesar do problema da greve os alunos consideraram uma boa aprendizagem sobre os conceitos discutidos, sendo que a classificação se concentrou nos níveis 4 e 5 da escala, onde 4% dos alunos classificaram as atividades no nível 1, 13% classificaram-nas no nível 2, 13% no nível 3, 30% no nível 4 e 40% no nível 5 (Gráfico 13).

Gráfico 13 - Respostas dos alunos ao questionário quanto ao Nível de Interesse das Atividades de Sala de Aula



Fonte: Da autora (2020).

Sobre os níveis de interesse, percebe-se que a classificação foi bem distribuída em todos os níveis da escala. No Módulo 1, o maior número de respostas se concentrou nos níveis 3, 4 e 5 da escala, sendo que, 4% dos alunos disseram ter muito pouco interesse nas atividades classificando-as no nível 1, 17% classificaram-nas no nível 2, 26% no nível 3, 26% no nível 4 e 26% no nível 5.

No Módulo 2, as respostas se concentraram nos níveis 4 e 5, onde 4% dos alunos classificaram as atividades no nível 1, 4% classificaram-nas no nível 2, 17% no nível 3, 30% no nível 4 e 44% no nível 5. Cabe salientar que, os dois Módulos de Ensino (1 e 2) que tiveram atividades práticas no laboratório, foi onde os alunos apresentam os maiores níveis de interesse.

Sobre as atividades referentes ao Módulo 3, o maior número de respostas se deu nos níveis 3 e 4, sendo que 9% dos alunos classificaram as atividades no nível 1, 17% classificaram-nas no nível 2, 30% no nível 3, 26% no nível 4 e 17% no nível 5. Como já comentado anteriormente, os baixos níveis de interesse dos alunos neste Módulo de Ensino, possa ser explicado pelo fato de que este conteúdo foi ministrado em um período pós greve, o que impacta de forma significativa na motivação e no interesse destes em sala de aula. Dessa forma, mesmo buscando trazer atividades que sejam do interesse destes alunos, é difícil motivá-los em um período em que muitos gostariam de estar em férias, e, em alguns casos, culpam o professor por este fato.

Nesse contexto, entende-se que as Atividades de Sala de Aula, proporcionaram aos alunos uma nova forma de ensino e aprendizagem, mais dinâmica e colaborativa. No início, as dificuldades eram grandes, dado que é difícil mudar paradigmas tão enraizados como o fato de o aluno serem apenas um ouvinte passivo e receber todas as informações para depois reproduzi-las. Quando se tentou mudar essa postura e colocá-los em um papel mais ativo, a resistência aparece, e por vezes o docente pode até pensar em desistir, contudo é importante lembrar que as vezes é só uma questão de “costume”, e que em determinados momentos são necessários alguns ajustes na metodologia, pois os resultados compensam o esforço. Foi o que ocorreu nas observações feitas no primeiro problema. Em um primeiro momento, parecia que os alunos não conseguiriam desenvolver as habilidades necessárias para responder as atividades, contudo, com certas adaptações, como por exemplo, adicionar a resolução de um problema atividades

práticas, nos mostrou que era possível sim que os alunos desenvolvessem as competências necessárias, fato observado na resolução do segundo problema.

Dessa forma, acredita-se que, ao se usar a metodologia da SAI, atingiu-se o objetivo de desenvolver em sala de aula atividades voltadas as reais necessidades dos alunos, criando um ambiente onde o aluno possa se expressar e tirar suas dúvidas, e, assim, construir junto com os colegas e a professora um possível caminho de conhecimento e aprendizagem.

Resultados semelhantes aos encontrados são vistos no trabalho de conclusão de curso de Silva (2018), onde a autora utiliza a SAI aliada a História da Ciência para discutir conteúdo de Modelos Atômicos, com alunos da 1ª Série do E.M. A autora observou que a metodologia possibilitou aulas mais interativas e alterou a dinâmica da sala de aula, tornando os alunos protagonistas no seu processo de ensino e aprendizagem. Apesar das dificuldades iniciais apresentadas, devido ao fato da pouca familiaridade com o método, os discentes conseguiram superá-las e desenvolver as atividades propostas com muita criatividade. A autora concluiu que para que melhores resultados aconteçam, é necessário unir a metodologia da SAI a metodologias específicas do ensino de ciências, e que para isso é necessário enxergar o processo de ensino e aprendizagem como um momento de aprendizagem mútuo, onde é primordial saber ouvir e não apenas falar.

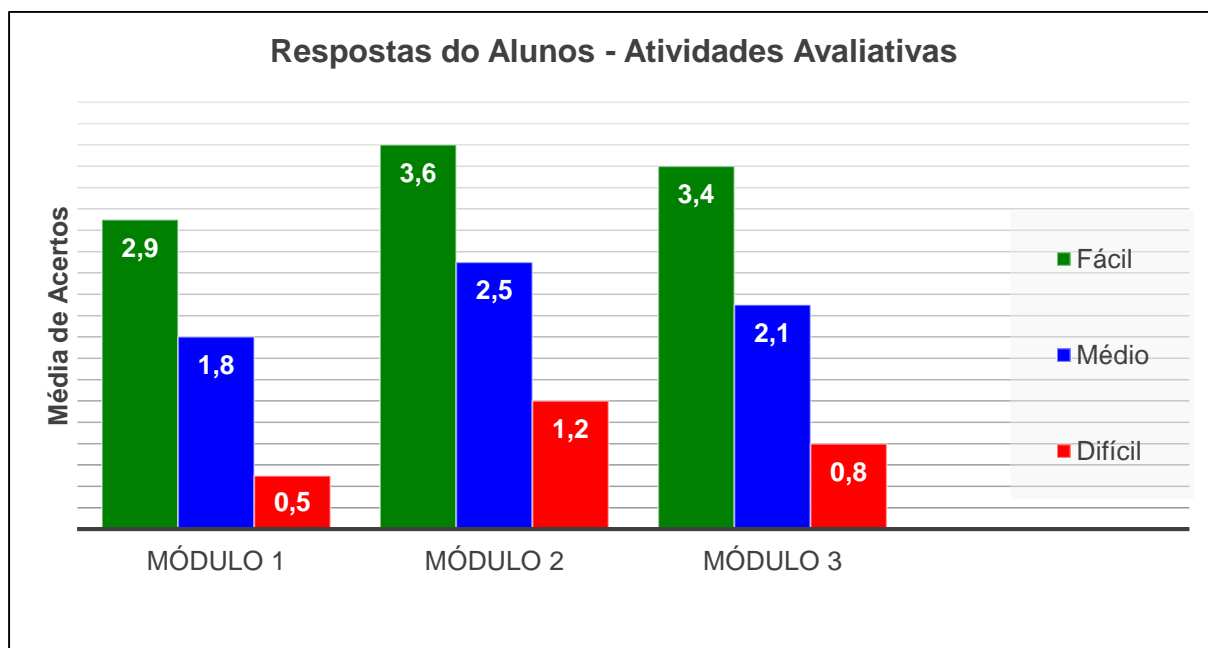
Diante disso, pode-se considerar que se conseguiu, com as Atividades de Sala de Aula, desenvolver um ensino colaborativo que favoreceu o diálogo e a escuta entre os alunos e entre os alunos e a professora, possibilitando a capacidade de expressão, a troca de ideias, a negociação, o respeito e a tolerância, resultando num processo de construção pessoal do conhecimento, exatamente como propõe a teoria do sócio-construtivismo.

5.1.4 Análise dos resultados da 4ª Etapa - respostas das atividades avaliativas

O objetivo das questões desta etapa é verificar, a compreensão dos conceitos químicos dos alunos de forma individual. Da mesma forma que nas Atividades Avaliativas, foram desenvolvidas questões de nível fácil, médio e difícil, classificação esta feita de acordo com as percepções da docente. Todas as avaliações eram compostas de 10 questões, sendo que destas 4 eram de nível fácil, 3 de nível médio

e 3 de nível difícil. O Gráfico 14 traz os resultados das respostas dos alunos nos três módulos de ensino abordados.

Gráfico 14 - Análise das respostas dos alunos às Atividades Avaliativas



Fonte: Da autora (2020).

A análise dos dados expostos no Gráfico 14 deixa claro que as maiores dificuldades foram encontradas no Módulo 1, ou seja, da mesma forma como já havia sido observado nas Atividades de Sala de Aula. Neste módulo é onde os alunos apresentam o menor número de acertos em todos os níveis de questões. Dos 26 alunos, apenas 10 (38%) conseguiram responder ao menos uma das questões de nível difícil de forma correta. Observou-se novamente as mesmas dificuldades encontradas nas Atividades de Sala de Aula, problemas na leitura e interpretação, considerar informações relevantes e irrelevantes, retirar dados dos problemas, e construir/efetuar regras de três.

No Módulo 2, é possível averiguar as melhores médias, dentre os três módulos de ensino. Lembrando que neste conteúdo há a possibilidade de utilização de fórmulas como uma alternativa às regras de três, o que pode ser considerado como fator facilitador por alguns alunos. Além disso, foi neste módulo que se desenvolveu o problema aliado a experimentação, o que possivelmente contribuiu

para a aprendizagem dos estudantes. Dos 26 alunos, 21 (81%) responderam a pelo menos uma das três questões classificadas no nível difícil.

Sobre o Módulo 3, apesar de apresentarem um bom desempenho nas questões de nível fácil e médio, nota-se novamente um decréscimo nas respostas às questões de nível difícil. Como já comentado, acredita-se que isso possa ser um reflexo da greve dos professores estaduais, que impactou na motivação e ritmo de aprendizagem dos alunos. Eles retornaram as aulas impacientes, e uma parcela apenas buscava o mínimo necessário à sua aprovação, no entanto, 13 alunos (50%) responderam a pelo menos uma questão de nível difícil, o que dentro do contexto citado, pode ser considerado um fator positivo.

Assim, de uma forma geral, analisa-se que o desempenho dos alunos foi satisfatório nas Atividades Avaliativas. Não se pode afirmar que a aprendizagem foi significativa ou que ocorreu nas concepções das teorias construtivistas citadas neste trabalho, visto que apenas este instrumento de recolha de dados seria insuficiente para tal afirmação, todavia, o que se pode afirmar é que os alunos demonstraram uma significativa mudança ao longo da aplicação do Desenho Metodológico. Apesar de apresentarem dificuldades no desenvolvimento individual, em sua maioria, conseguiram responder as atividades, mesmo que fossem apenas as de nível fácil. Salienta-se, ainda, que, mesmo que os alunos respondessem apenas às atividades deste nível, este resultado tinha pouco peso na sua avaliação final da disciplina, já que ela correspondia a um percentual de 15% do total da avaliação. Nestas Atividades Avaliativas em particular, se o aluno conseguisse acertar as 4 questões de nível fácil bastava acertar mais uma de nível médio para conseguir a média ou mais duas de nível médio para ultrapassá-la. Entende-se que, dessa forma, foi possível atingir um maior número de alunos, especialmente aqueles que apresentam maiores dificuldades na hora deste tipo de avaliação, onde não há a possibilidade de discutir suas dúvidas com os colegas ou com a professora, até como uma forma de estímulo e para que não pensem ser impossível ter bons resultados nas avaliações individuais.

Na avaliação feita ao fim do ano letivo, na disciplina de Química, apenas dois alunos não atingiram a média de 50% e 4 alunos não ultrapassaram 60% da soma de todos os instrumentos avaliativos, que compreendem as Atividades Orientadoras,

Atividades de Sala de Aula, Atividades Avaliativas, Avaliação da Área¹⁷, além de competências atitudinais como frequência, responsabilidade e respeito. Este resultado é um dos melhores observados nos últimos 2 anos, que foi quando começaram as primeiras aplicações e observações sobre o Desenho Metodológico.

A seguir, destaca-se a opinião dos alunos a respeito da forma como desenvolveu-se o ensino de Química e a proposta descrita nesta tese:

Aluno 1: *“A minha experiência com a mudança na prática das aulas de química foi ótima. O novo método de ensino foi muito bom pra mim, cada aluno com o tempo ganha mais responsabilidade e compromisso com a aula invertida. Achei muito dinâmico, e a participação que temos em sala de aula é muito maior, pois o tempo que nós temos de sobra fazemos muito mais atividades, tiramos dúvidas. Gostei muito das atividades propostas em sala, ainda mais das práticas em laboratório! O conteúdo foi excelentemente explicado com as atividades, não senti muita dificuldade, sempre procurava aprender nas aulas e perguntando”.*

Aluno 2: *“Eu gostei muito. Principalmente das vídeo aulas. Muito legal que foi a profe que fez os vídeos. Na sala consegui tirar todas as minhas várias dúvidas porque tenho muita dificuldade mas nesse ano acho que consegui aprender muito mais. Eu adorei trabalhar no laboratório, me senti a cientista! kkkk”.*

Aluno 3: *“Foi um jeito muito melhor de aprender. O que mais gostei foi que podia voltar o vídeo várias vezes pra conseguir entender, e ainda podia pesquisar com calma na internet o que não entendia nos vídeos. Como assistíamos os vídeos em casa, na aula sobrou mais tempo para as práticas no laboratório, que foram as melhores”.*

Aluno 4: *“Eu adorei as aulas de química deste ano. A metodologia foca diretamente no ponto fraco da maioria dos alunos, que são as dúvidas. Como as atividades são feitas em aula foi muito mais prático e produtivo principalmente nas experiências feitas no laboratório”.*

Aluno 5: *“Foi bastante produtivo. O que mais gostei é que na aula podíamos colocar a mão na massa e não só ficar ouvindo a professora falar”.*

Aluno 6: *“A minha aprendizagem em química melhorou mesmo não sendo minha área de aprendizagem favorita. As explicações e o interesse do professor motivou-me a dedicar mais tempo para aprender. As atividades são bem programadas sendo feita especialmente para o aluno. O tempo direcionado ao conteúdo e também as atividades foi muito bom, onde a professora tirou as dúvidas. Só acho que poderia ter mais aulas práticas”.*

Aluno 7: *“Acho que não tenho o que reclamar, a prof. é muito legal e paciente, isso faz com que todos os alunos consigam aprender da melhor forma possível. Foi muito legal, pois todo mundo, ou pelo menos a maioria, foi muito participativo nas aulas fazendo os exercícios. Só acho que preciso estudar mais em casa e ser menos tímida na hora de tirar as dúvidas com a prof.”.*

Ao analisar-se os depoimentos dos alunos, fica claro a sua satisfação com a metodologia desenvolvida. Os alunos compreenderam que usando as videoaulas como introdução dos conceitos químicos, e utilizando o tempo de sala de aula para

¹⁷ Prova que contém questões das três disciplinas da área de Ciências da Natureza: Química, Física e Biologia. É realizada uma por trimestre totalizando o total de 3 provas ao longo do ano letivo.

realizar atividades e discussões, foi possível transformar a dinâmica da sala de aula de um ambiente onde apenas o professor falava para um ambiente onde todos participam e discutem a melhor forma de resolver as atividades. Ainda, entenderam que a metodologia torna os alunos corresponsáveis tanto pela própria aprendizagem quanto pela dos colegas, ou seja, perceberam seu papel ativo no processo. Essa constatação fica evidenciada nas falas dos Alunos 1, 4, 5 e 7. Na literatura encontram-se diversos trabalhos que apontam para um maior engajamento nas atividades e o aumento da responsabilidade do aluno em seu aprendizado (BRAVIAN, 2017; FREITAS, 2015; JOHNSON, 2012; PAVANELO; LIMA, 2017; SILVA, 2017).

Apesar das videoaulas serem uma apresentação simples dos conteúdos, os alunos gostaram, salientando a importância de ser a própria docente que gravou os vídeos, o que vem ao encontro das nossas observações sobre a importância deste fato para que a metodologia possa ser melhor desenvolvida e que também aparecem na literatura nos trabalhos de Silva (2017) e Pavanelo e Lima (2017). Além disso, conseguiu despertar a autonomia nos alunos em buscar outras fontes de pesquisa para compreender os conceitos que não haviam ficado claros, demonstrando seu interesse em aprofundar seu conhecimento, constatação esta que advém das falas dos Alunos 2 e 3.

É interessante destacar o depoimento do Aluno 6. Ele pontua que apesar de não ter afinidade com a disciplina, a metodologia aplicada conseguiu motivá-lo a desenvolver o hábito de estudar e despertou o seu interesse pelos conceitos químicos. Ainda, compreendeu que as atividades tinham foco nas principais dificuldades apresentadas por eles, e vale ressaltar que apesar de a docente ter explicado o Desenho Metodológico, não mencionou este fato aos alunos. De acordo com Bergman e Sams (2012, p. 6), “a inversão da sala de aula estabelece um referencial que oferece aos alunos uma educação personalizada, ajustada sob medida às suas necessidades individuais”.

Além disso, destaca que “*as explicações e o interesse do professor*” conseguiram motivá-la e despertar um maior interesse em aprender. Essa frase desperta nos docentes a vontade de sempre buscar alternativas que sejam capazes de despertar o interesse dos alunos. Para Barbosa e Moura (2013), é responsabilidade do professor: mediar discussões; buscar o foco dos elementos dos grupos na resolução dos problemas; motivar alunos na busca de soluções das

tarefas a serem desenvolvidas; e estimular o uso da função de pensar, observar, raciocinar e entender.

As aulas práticas, sem dúvida, foi um dos pontos fortes das Atividades de Sala de Aula, destacados por eles em praticamente todos os depoimentos. Elas proporcionaram uma visão totalmente diferente daquela que os alunos possuíam inicialmente da disciplina de Química, uma matéria complicada e com muitos cálculos, e por vezes impossíveis de ser compreendida. A experimentação aliada a resolução de problemas proporcionou a construção do conhecimento do aluno através do teste de hipóteses na prática, e não apenas com lápis e papel, estimulando as discussões através da observação, possibilitando a eles vivenciar situações prazerosas e desafiadoras (GADÉA; DORN, 2011).

Contudo, alguns alunos manifestaram que apesar de terem gostado das aulas, não acreditam que a metodologia contribuiu de forma significativa para a sua aprendizagem:

Aluno 8: *“Para falar a verdade, não gostei muito, porque a acabava que eu não entendia como entendia em aula. Em sala acabei pegando mais conhecimento quando explicava aos colegas. Acho que precisa de mais aulas práticas do que teóricas, acaba aprendendo mais”.*

Aluno 9: *“Acho que a forma como foram feitas as aulas este ano melhorou em partes a minha aprendizagem. Eu até tentei assistir alguns vídeos, mas não consigo aprender com eles, então acho que se eles fossem usados para um reforço do conteúdo seria melhor. As atividades de sala foram boas, principalmente as do laboratório, pena que não soube aproveitar muito devido a minha falta de vontade”.*

Aluno 10: *“A minha aprendizagem melhorou em partes. Mas não foi culpa da prof, ela é muito esforçada em tentar nos fazer entender. É que eu trabalho para ajudar em casa e muitas vezes não consegui assistir as vídeo aulas e minha internet não ajuda tbm, então chegava muito perdida na aula. Ainda bem que conseguia pegar muita coisa com as explicações dos colegas e da prof.”.*

Ao se averiguar o depoimento do Aluno 8, constata-se que, em sua percepção, era necessário compreender todos os conceitos químicos através das videoaulas, o que não era o objetivo desta etapa da metodologia. Apesar de ter chegado à conclusão de que não aprovou a metodologia, o objetivo foi alcançado porque este aluno compreendeu melhor os conceitos realizando as atividades em sala de aula, e ainda os internalizou ao explica-los aos seus colegas. Na fala do Aluno 9, percebe-se que este aluno não conseguiu se habituar com a metodologia e isso não é pouco comum. Vivenciou-se muito isso durante este ano de 2020, com a pandemia do coronavírus, onde todos foram obrigados a utilizar um sistema de

ensino a distância. O que gerou um aumento enorme na evasão escolar. Vários alunos, apesar de todo o esforço dos professores, não conseguiram se habituar a esta modalidade de ensino que exige habilidades como disciplina, organização e autonomia. Além disso, a falta de acesso à internet de boa qualidade, aparelhos celulares ou computadores, contribuem ainda mais para a desistência dos alunos. Estes relatam que não conseguem aprender sem a presença do professor. Obviamente, não foi esta a proposta, pois o objetivo é que o aluno aprenda mais e melhor em sala de aula e com a presença do professor orientando todo o processo. Além disso, o aluno sugere que as videoaulas sejam utilizadas como reforço ao conteúdo, deixando claro que prefere ouvir as explicações dos conceitos em aula, o que de certa forma é muito confortável, visto que não exige dele um compromisso em realizar as atividades de casa e também em aula já que pouco tempo sobra para isso.

Na fala do aluno 10, encontrou-se uma situação muito comum que ocorre com alunos de escolas públicas estaduais, a necessidade de contribuir com a renda da família. Infelizmente, em sua maioria, este aluno fica sobrecarregado e dificilmente consegue conciliar trabalho e escola, e isso reflete diretamente no seu desempenho escolar. A falta de acesso à uma internet de qualidade é outro fator negativo apontado na literatura no uso da SAI (EVANGELISTA; SALES, 2018; VALÉRIO; MOREIRA, 2018) e que se observou na fala do aluno. Neste caso fica claro que não foi por falta de interesse que o estudante deixou algumas vezes de assistir às videoaulas, mas sim por ter sido vencido pela fadiga. Antes da aplicação da metodologia, a docente investigou sobre o acesso à internet pelos estudantes, e todos responderam ter acesso, porém não foi relatado a questão da qualidade dos serviços de internet, que só foi abordado, juntamente com outros problemas como planos de internet limitado, ao longo da aplicação do Desenho Metodológico. No entanto, apesar de seu desempenho não ter sido bom, segundo a sua percepção, o aluno conseguiu desenvolver as atividades de sala de aula, através das explicações e orientações da docente e dos colegas, o que demonstra que, é importante assistir as videoaulas e realizar as Atividades Orientadoras para enriquecer as discussões e um melhor desenvolvimento das Atividades de Sala de Aula, contudo não é fator determinante na aprendizagem dos alunos, segundo o Desenho Metodológico discutido nesta tese. Salienta-se, ainda, a importância de os professores conhecerem a realidade dos seus alunos, para que dessa forma possam planejar

uma estratégia de ensino e uma avaliação mais justa, já que esta é a realidade de muitos estudantes brasileiros.

Por fim, na presente análise, acredita-se que se obtiveram bons resultados em todas as etapas do desenvolvimento do Desenho Metodológico descrito nesta tese. Cada uma destas com seus objetivos específicos, desempenharam um papel fundamental e contribuíram na construção do conhecimento, transformando a forma de ensinar da professora e a forma de aprender dos alunos, pois desconstruiu papéis engessados, mudou opiniões acerca de conceitos químicos e também de concepções de ensino e aprendizagem.

6 CONCLUSÃO

Nesta tese, buscou-se desenvolver, implementar e analisar um Desenho Metodológico como uma possível solução para uma inquietação docente que gerou o problema de pesquisa e o objetivo geral, bem como os objetivos específicos deste trabalho. Para tal, foi criado o desenho utilizando as concepções da SAI e de outras metodologias ativas, e como metodologia de pesquisa utilizou-se a EDR.

Dessa forma, abordam-se os pilares teóricos que embasaram as observações e percepções a respeito do que foi discutido. Foi dada ênfase à SAI, metodologia ativa que teve maior destaque na pesquisa, e apontou-se que, apesar de muito comentada e em franco desenvolvimento, poucos são os trabalhos desenvolvidos no ensino de Química, e que trazem algo mais do que apenas discussões sobre possibilidades e desafios. Isso aponta para a relevância desta pesquisa, que além desses pontos traz sugestões de uma metodologia diferenciada que pode ser utilizada em diversos contextos, por trazer uma possível solução para um problema que, apesar de ter sido observado em um ambiente específico, não ocorre apenas nele, fato este observado na literatura. Além disso, o Desenho Metodológico proposto pode ser facilmente adaptado de acordo com as necessidades e especificidades da realidade de cada docente e assim ser utilizado não só para o ensino de Química como em outras áreas.

A utilização da EDR permitiu aperfeiçoar o trabalho através da aplicação dos ciclos interativos e, assim, apontar prováveis problemas que podem surgir ao longo da aplicação do Desenho Metodológico. Isso permite ao docente que quiser aplicá-lo uma visão mais ampla sobre o assunto e, então, evitar em sua prática ações que demonstraram não ter muita eficácia, tanto neste trabalho como em outros encontrados na literatura. Ainda, esta metodologia de pesquisa possibilita a contínua análise da prática docente e a oportunidade de identificar possíveis problemas que irão surgir, o que permite o desdobramento de diversas pesquisas.

Nesse contexto, apresenta-se o Desenho Metodológico idealizado para este trabalho e, assim, atinge-se um dos objetivos: *desenvolver um Desenho Metodológico que busque, através da resolução de exercícios e problemas com objetivos diversos, a discussão dos conceitos de Físico-Química.*

Na análise de dados, buscou-se verificar cada etapa do Desenho Metodológico. Dessa maneira, observou-se que a utilização de videoaulas próprias

mostrou-se um recurso interessante para uma introdução dos conceitos químicos e desempenhou um papel motivador, despertando a curiosidade dos alunos perante os novos conceitos. Mesmo não sendo o objetivo principal, os alunos reconheceram que conseguiram aprender assistindo às videoaulas, fato que se pode comprovar ao observar as respostas dos alunos ao questionário quando indagados sobre sua percepção a respeito das videoaulas. Além disso, produziu-se um interessante material que pode ser utilizado por outros colegas e alunos, visto que os vídeos estão disponíveis no canal do YouTube, tanto como introdução de conceitos como para reforçar os conteúdos discutidos em sala de aula.

Em relação às minhas percepções como professora e pesquisadora, foi difícil começar a produzir as videoaulas. A insegurança era o sentimento que imperava, visto que são vídeos caseiros e extremamente simples. No entanto, acredito que, talvez, esse fato possa ser justamente o que gerou uma boa aceitação por parte dos estudantes. As explicações claras e diretas, em uma linguagem acessível aos alunos, podem ter possibilitado o bom desenvolvimento do trabalho. Para Bergman e Sams (2012), ao desenvolver uma videoaula, o professor necessita de algumas habilidades para que esta não fique muito monótona e possa despertar a atenção dos alunos. Além disso, poder contribuir com a disseminação de conteúdos que podem gerar conhecimento é de grande satisfação para qualquer professor, já que seu trabalho tem a possibilidade de alcançar um número inimaginável de pessoas.

Outro fato importante a ser destacado é que a metodologia contribuiu no desenvolvimento do hábito de estudar de grande parte dos alunos, através das videoaulas e das Atividades Orientadoras. Pode-se constatar esta afirmação ao se observar os resultados sobre a participação dos alunos nas Atividades Orientadoras, que se manteve quase que constante durante toda a metodologia. Normalmente, os alunos não possuem esse hábito e deixam para se preparar para uma avaliação horas antes da mesma, acarretando em uma grande quantidade de informações a serem absorvidas em um pequeno espaço de tempo. Na presente proposta, esta grande quantidade de informações é dividida em pequenas partes e, portanto, não sobrecarrega o estudante, permitindo que ele gerencie melhor seu tempo de estudos fazendo disso um hábito.

Sobre as Atividades de Sala de Aula, pode-se observar que se desenvolveu nos alunos uma maior motivação relacionada à aprendizagem colaborativa, o que possibilitou um envolvimento mais ativo no seu processo de ensino e aprendizagem.

Essa afirmação advém da análise das respostas dos alunos ao questionário, quando indagados sobre qual sua opinião a respeito da sua aprendizagem ter sido desenvolvida juntamente com a do seu colega. Nesse contexto, desenvolveu-se uma maior interação entre alunos, através da Aprendizagem aos Pares e entre estes e o professor, o que, possivelmente, contribuiu para uma aprendizagem baseada em interações sociais como aponta Vygotsky (2002). A partir disso, foi possível promover uma mudança significativa no contexto de sala de aula, que passou de um ambiente utilizado apenas para explanar conceitos para um onde estes são discutidos e explorados a partir das concepções de todos os sujeitos envolvidos. Assim, acredita-se ter alcançado mais um dos objetivos deste trabalho que era o de *verificar se o Desenho Metodológico promoveu uma transformação na dinâmica das aulas presenciais, através da aprendizagem aos pares e pelo aumento da interação aluno-professor.*

A mudança do papel do professor de palestrante para mediador foi outro desafio a ser enfrentado. Não são apenas os alunos que precisam adaptar-se a novos papéis, o docente também. Equilibrar o quanto de informações fornecer aos alunos, sem dar a ele a resposta correta, mas também não permitir que as dificuldades façam com que ele desista de realizar as atividades, pode se mostrar uma tarefa complicada. Além disso, esta mudança de postura gera nos alunos uma maior dependência em relação ao professor, fato este verificado em alguns trabalhos como o de Strayer (2007) e Freitas (2015), onde várias vezes o professor é solicitado apenas para validar se o que está sendo desenvolvidos pelos alunos está correto ou não. Contudo, com o desenvolvimento de mais atividades, essa dependência vai diminuindo, e os alunos vão adquirindo maior autonomia para realiza-las. Em relação ao docente ocorre o mesmo, aprende-se a mensurar o quanto de informação fornecer e a “prever” as possíveis dúvidas que serão apresentadas pelos alunos, e assim elaborar uma estratégia para poder contorná-las.

A resolução de problemas, em um primeiro momento, apontou para sérias dificuldades no seu desenvolvimento. O fato de os alunos nunca terem realizado este tipo de atividade, aliado a um conteúdo que eles apresentam muitas dúvidas, sugeriu que os alunos não conseguiriam responder a um problema. Isso ficou evidenciado através da análise das respostas dos alunos ao primeiro problema proposto referente ao conteúdo de Estequiometria, onde apenas duas duplas

conseguiram desenvolver plenamente a atividade. Contudo, quando adicionada à resolução de problemas uma atividade prática, observou-se uma mudança significativa no seu desenvolvimento. Na experimentação aliada à resolução do problema, foi observada uma melhora expressiva no desenvolvimento da atividade, tanto durante a sua execução quanto nas repostas dos alunos, fato este observado nas respostas da Dupla 1, demonstradas na análise dos resultados das Atividades de Sala de Aula. Os alunos apresentaram uma maior autonomia para realizar a prática, com discussões e observações críticas, e mesmo suas dúvidas eram mais qualificadas, o que aponta para um possível amadurecimento com relação ao protagonismo da sua aprendizagem. Além disso, é muito satisfatório e prazeroso para o docente observar a evolução no comportamento dos seus alunos, o seu interesse, a expressão concentrada na hora de realizar as práticas, a atenção na hora das explicações e, com isso, perceber que, apesar de todos os obstáculos, ainda é possível desenvolver uma educação pública e de qualidade neste país. Falando em termos mais populares, “a verdadeira sensação de dever cumprido”.

Assim sendo, observou-se o quão importante e necessária é a experimentação no ensino de Química, especialmente naqueles conteúdos onde os estudantes apresentam maiores dificuldades. E, quando aliado à solução de um problema, apresenta grande potencialidade, pois leva em consideração o meio em que o aluno se encontra, o que facilita a contextualização com o cotidiano. Ainda, conclui-se que foi proporcionado o desenvolvimento de habilidades como engajamento e argumentação, bem como a motivação e diversidade de pensamento, que é exatamente o que é valorizado nos indivíduos da atual sociedade.

Sobre as Atividades Avaliativas, considera-se que o resultado foi promissor se comparado com os dos anos anteriores à aplicação do Desenho Metodológico. Esta conclusão pode ser observada nos resultados explanados no Gráfico 14 que traz o desempenho dos alunos às Atividades Avaliativas. Sabe-se da importância do desenvolvimento individual de cada aluno, contudo, o objetivo foi de construí-lo de forma que a prova, como é mais conhecida, seja mais um instrumento para tal e não o único e mais importante. Acredita-se no potencial de cada um dos alunos e considera-se primordial valorizar cada aspecto do desenvolvimento deste potencial e, assim, criar um parecer e uma avaliação justa para todos, levando em consideração todo o processo de construção do conhecimento e observando a

evolução de cada estudante. Portanto, acredita-se que as Atividades Avaliativas cumpriram o seu propósito, ao demonstrar aos alunos ser possível uma boa avaliação mesmo naquelas disciplinas em que eles possam apresentar dificuldades de aprendizagem.

Nesse contexto, de uma forma geral, os alunos assistiram às videoaulas, responderam às Atividades Orientadoras dentro dos prazos estipulados, participaram das Atividades de Sala de Aula e realizaram as Atividades Avaliativas o que leva ao alcance de mais um dos objetivos, o de *implementar o Desenho Metodológico, levando em consideração as dúvidas e dificuldades individuais dos estudantes, buscando alternativas para uma melhor compreensão dos conceitos químicos.*

Sobre a expectativa de que a SAI poderia proporcionar mais tempo para se desenvolver conteúdos que, normalmente, não são desenvolvidos durante o ano letivo por falta de tempo, não se confirmou, dado que as Atividades de Sala de Aula demandaram bastante tempo para serem concluídas. No entanto, considera-se que apesar de não ter conseguido cumprir com o conteúdo programático da disciplina, todos os assuntos abordados foram desenvolvidos de forma abrangente e detalhada, proporcionando aos alunos todos os aspectos relevantes destes assuntos e, dessa, forma uma possível aprendizagem mais efetiva.

Por fim, frente ao discutido, conclui-se que o Desenho Metodológico proposto nesta tese *é viável e efetivo para discutir os conceitos de Físico-Química com alunos da 2ª série do E.M. de escola pública*, e que necessitam de tempo para desenvolver as atividades e esclarecer suas dúvidas, atingindo, assim, outro dos objetivos proposto neste trabalho. Ao elaborar esta metodologia, foi possível transformar o espaço de sala de aula de um lugar passivo, onde apenas o professor era o protagonista, para um espaço de construção colaborativa de conhecimento, onde o ensino e aprendizagem se desenvolvem com a participação efetiva de todos indivíduos envolvidos.

Dessa forma, isso nos leva ao alcance do objetivo geral: *desenvolver, implementar e analisar a potencialidade de um Desenho Metodológico para o uso da SAI nos conteúdos de Química da 2ª Série do E.M., buscando dessa forma transformar o espaço de sala de aula, tornando-o mais dinâmico, flexível e colocando o aluno como sujeito ativo do processo.* Ainda, foi possível solucionar o problema de como identificar e esclarecer as dúvidas dos alunos e aquela sensação

de impotência foi substituída pela satisfação em poder desempenhar o trabalho docente de forma mais efetiva e significativa, e assim encontrar uma solução viável para o problema de pesquisa abordado: *Como transformar a dinâmica da sala de aula de Química da 2ª Série do E.M. de uma escola pública estadual, tornando-a um espaço de aprendizagem ativa com o desenvolvimento de atividades que procurem abordar os aspectos do conteúdo químico relevantes à aprendizagem de cada aluno?*

Dessa maneira, o Desenho Metodológico proposto contribui para o ensino dos conteúdos de Físico-Química, visto que aponta possíveis caminhos para os problemas que normalmente os docentes encontram em sala de aula, com exemplos de exercícios, problemas e atividades práticas que proporcionam ao aluno desenvolver e ou/aprimorar as habilidades necessárias à compreensão dos conceitos químicos de forma colaborativa e em uma concepção ativa de aprendizagem.

Cabe ainda destacar sobre a importância do professor. Muitas são as críticas em relação ao uso da SAI e uma delas é justamente o fato de que o professor poderia perder a sua relevância. As discussões apresentadas deixam claro que isso não tem possibilidade de acontecer. Por maior autonomia que o aluno possua na sua aprendizagem ou por mais incrível que possa ser uma videoaula, nada substitui as interações sociais que ocorrem em uma sala de aula com a presença dos docentes e discentes, o que ficou evidenciado nos resultados apresentados nas Atividades de Sala de Aula e que vêm ao encontro com a teoria de Vygotsky sobre a importância das interações sociais no ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, salienta-se a importância de a escola, professores, alunos e comunidade em geral serem mais fluentes em tecnologias educacionais. Costuma-se acreditar que apenas pelo fato de os alunos terem nascido em uma época de pleno desenvolvimento tecnológico eles possuem altas habilidades nesta área. As pesquisas e dados apresentados neste trabalho apontam justamente o contrário. Além disso, outro fato que revelou o quanto a comunidade está despreparada para o uso das tecnologias educacionais foi a pandemia do coronavírus. Foi um ano extremamente difícil para a educação pública, dado que de um lado estavam os docentes com pouca ou nenhuma preparação para o uso das TDIC, e de outro os discentes com os mais variados problemas, como a falta de acesso à internet, ou mesmo de aparelhos disponíveis para tal. E, mesmo aqueles alunos que possuíam

tal acesso declararam que não conseguiram se adaptar ao ensino à distância, dado que sentiam que não conseguiam aprender dessa forma. Isso é reflexo de uma educação que não estimula a autonomia dos estudantes, tornando-os extremamente dependentes do professor, mas de uma forma não saudável e prejudicial ao seu desenvolvimento pessoal e cognitivo.

Assim sendo, fica clara a necessidade do desenvolvimento de mais trabalhos, como o abordado nesta tese, que sejam norteadores de uma educação voltada para as necessidades da atual sociedade, onde é imprescindível o domínio das tecnologias, e para tal é necessário o incentivo à formação docente com foco no desenvolvimento das metodologias ativas aliadas às TDIC. É inconcebível que a educação pública fique adiando este letramento digital, que gera um abismo cada vez maior entre o que é exigido do estudante como indivíduo e o que lhe é ofertado na escola.

Nesse sentido, acredita-se que, dentro da atual conjectura em que vivemos, em um contexto de pandemia que nos impede de ter aulas presenciais, um possível desdobramento deste trabalho seria a adaptação do enfoque presencial. Frisamos durante toda a nossa discussão que a etapa fundamental para a construção do conhecimento químico estava nas atividades realizadas em sala de aula. Apesar de acreditar que nada se compara à interação que ocorre nos encontros presenciais, acreditamos que seja possível o professor adaptar estas atividades para o meio virtual. Para tal, é de fundamental importância o professor investigar sobre quais conhecimentos prévios seu aluno possui e como é o seu acesso e conhecimento sobre tecnologia e, a partir disso, buscar alternativas para adaptar as atividades que seriam presenciais ao meio virtual. Uma alternativa muito interessante são as simulações computacionais que servem tanto para reforçar conceitos como para exercitá-los.

Ainda, é possível orientar os alunos sobre atividades práticas em casa. Existem inúmeras opções de experiências de baixo custo, com materiais que os alunos possuem em casa e simples de serem executadas, mas que podem ser uma excelente opção para observações e fundamentação de hipóteses, o que permite a discussão de conceitos e o exercício da argumentação.

Para concluir, cita-se um interessante provérbio chinês criado pelo filósofo Confúcio que sintetiza muito bem todo o trabalho desenvolvido nesta tese: **“O que eu ouço, eu esqueço, o que eu vejo eu lembro, o que eu faço eu compreendo”**.

Dessa forma, acredita-se que é necessário continuar criando e desenvolvendo metodologias que favoreçam aos alunos as habilidades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar e, assim, possivelmente, conseguir desenvolver uma aprendizagem significativa e de qualidade.

REFERÊNCIAS

- AIRES, L. **Paradigma qualitativo e práticas de investigação educacional**. Lisboa: Universidade Aberta, 2011. 70 p.
- ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. **Currículo sem Fronteiras**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 57-82, set./dez. 2012.
- AMADO, J. **Manual de investigação qualitativa em educação**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2014.
- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas ensino sob medida: uma proposta para engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013.
- ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 8-11, nov. 2006.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- AVATAR (informática). **Wikipédia**, [S. l.], 2020a. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Avatar_\(inform%C3%A1tica\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Avatar_(inform%C3%A1tica)). Acesso em: 22 ago. 2020.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias Ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago. 2013. Disponível em: <http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/349/333>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- BASTOS, C. C. Metodologias ativas. **Educação & Medicina**, Goiânia, 24 fev. 2006. Disponível em: <http://educacaoemedicina.blogspot.com/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em: 15 nov. 2018.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BERBEL, N. A. N. As Metodologias Ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. Tradução: Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. The flipped classroom: a survey of the research. *In: ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION*, 120., 2013. **Anais [...]**. [S. l.]: American Society for Engineering Education, 2013.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradutores: Maria João Sara dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto, 1999.

BOGOST, I. The Condensed Classroom: “Flipped” classrooms don’t invert traditional learning so much as abstract it. **The Atlantic**, [S. l.], 27 ago. 2013. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/08/the-condensed-classroom/279013/>. Acesso em: 09 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 16 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Brasil no PISA 2018**: versão preliminar. Brasília: Inep/MEC, 2019. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf. Acesso em: 22 jun. 2020.

BRAVIM, J. D. **Sala de aula invertida**: proposta de intervenção nas aulas de matemática do ensino médio. 2017. 212 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

BROCKINGTON, G.; MOREIRA, A. P. A neurociência encontra Vigotski. **Educação**, São Paulo, 15 dez. 2017. Disponível em: <http://www.revistaeducacao.com.br/neurociencia-encontra-vigotski/>. Acesso em: 15 nov. 2018.

BURCH, S. Sociedade da informação/sociedade do conhecimento. *In: AMBROSI, A.; PEUGEOT, V.; PIMIENTA, D. (Coords.). Desafios de palavras*: enfoques multiculturais sobre as Sociedades da Informação. Paris: C & F Éditions, 2005.

CARLSON, S. The net generation in the classroom. **The Chronicle of Higher Education**, [S. l.], v. 52, n. 7, p. A34-A37, out. 2005.

CASTELLS, M. **A era da Informação**: economia, sociedade e cultura. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

CASTRO, E. A. *et al.* Ensino híbrido: desafio da contemporaneidade?. **Projeção e Docência**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 47-58, 2015.

CECY, C.; OLIVEIRA, G. A.; COSTA, E. M. M. B. **Metodologias Ativas**: aplicações e vivências em educação farmacêutica. 2. ed. Brasília: Abenfarbio, 2013. 160 p.

CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1993.

COMASSETTO, L. S. **Novos espaços virtuais para o ensino e a aprendizagem a distância**: estudo da aplicabilidade dos desenhos pedagógicos. 2006. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção - Mídia e Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

COSTA, M. Como gravar a tela do seu computador com o Camtasia Studio. **TechTudo**, São Paulo, 19 nov. 2015. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2015/11/como-gravar-tela-do-seu-computador-com-o-camtasia-studio.html>. Acesso em: 12 jul. 2020.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 263-277, 2001.

COSTA, T. S. *et al.* A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 31-34, nov. 2005.

COUTINHO, C.; LISBÔA, E. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. **Revista de Educação**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 5-22, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de química**: fundamento e métodos. São Paulo: Cortez, 2007.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 5-8, jan./fev. 2003.

DIAS, S. I. A. S.; ESPOSITO JUNIOR, A.; DEMARQUE, R. Incorporação de mídias eletrônicas na aprendizagem de matemática. *In*: COLÓQUIO DE HISTÓRIA E TECNOLOGIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA, 6., 2013, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: UFSCar, 2013.

EVANGELISTA, A. M.; SALES, G. L. A sala de aula invertida (flipped classroom) e as possibilidades de uso da plataforma professor online no domínio das escolas públicas estaduais do Ceará. **Experiências em Ensino de Ciências**, Fortaleza, v. 13, n. 5, p. 566-583, 2018.

FABELA, S. A vida toda para aprender. **Psicologia: Portal dos Psicólogos**, Lisboa, 2005. Disponível em: <http://www.psicologia.com.pt/artigos/textos/A0321.pdf>. Acessado em: 10 nov. 2018.

FAJARDO, V.; FOREQUE, F. 7 de cada 10 alunos do ensino médio têm nível insuficiente em português e matemática, diz MEC. **G1**, São Paulo, 30 ago. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2018/08/30/7-de-cada-10-alunos-do-ensino-medio-tem-nivel-insuficiente-em-portugues-e-matematica-diz-mec.ghtml>. Acesso em: 12 nov. 2018.

FERNANDO de Azevedo. **Wikipédia**, [S. l.], 2018a. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Fernando_de_Azevedo. Acesso em: 22 nov. 2018.

FIGUEIREDO, A. D. Qualitative research and the challenges of complexity. *In*: COSTA, A. P. *et al.* (Eds.). **Computer supported qualitative research**. New York: Springer International Publishing, 2018. p. 14-27.

FILHO, I. A. T. V.; PONCE, R. F.; ALMEIDA, S. H. V. As compreensões do humano para Skinner, Piaget, Vygotsky e Wallon: pequena introdução às teorias e suas implicações na escola. **Psicologia da Educação**, São Paulo, v. 29, p. 27-55, 2009.

FLIPPED LEARNING NETWORK. Definition of flipped learning. **Flipped Learning**, [S. l.], 12 mar. 2014. Disponível em: <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>. Acesso em: 22 nov. 2018.

FORMICA, S.; EASLEY, J.; SPRAKER, M. Transforming common-sense beliefs into Newtonian thinking through Just-In-Time Teaching. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1-7, ago. 2010.

FREITAS, S. L. S. **Arborvíroses nas aulas de biologia**: o uso de mídias digitais em diferentes contextos metodológicos. 2019. 116 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

FREITAS, V. J. **A aplicabilidade da flipped classroom no ensino de física para turmas da 1ª série do ensino médio**. 2015. 149 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

GADÉA, S. J. S.; DORN, R. C. Alfabetização científica: pensando na aprendizagem de ciências nas séries iniciais através de atividades experimentais. **Experiências em Ensino de Ciências**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 113-131, 2011.

GARCÍA GARCÍA, J. J.; RENTERIA RODRIGUEZ, E. La medición de la capacidad de resolución de problemas em las ciências experimentales. **Ciência & Educação**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 755-767, 2012.

GASPAR, A. **A construção do ensino da química**. São Paulo: Ática, 2005.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GERSTEIN, J. The flipped classroom model: a full picture. **User Generated Education**, [S. l.], 13 jun. 2011. Disponível em: <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2011/06/13/the-flipped-classroom-model-a-full-picture/>. Acesso em: 03 fev. 2020.

GIANNAKOS, M. N.; KROGSTIE, J.; CHRISOCHOIDES, N. Reviewing the flipped classroom research. *In*: COMPUTER SCIENCE EDUCATION RESEARCH CONFERENCE, 14., 2014, New York. **Anais** [...]. New York: ACM, 2014. p. 23-29.

HARGREAVES, A. **O ensino na sociedade do conhecimento**: a educação na era da insegurança. Coleção Currículo, Políticas e Práticas. Porto: Porto, 2003.

HIRDES, J. C. R. *et al.* Monitoria em vídeo: o uso das novas tecnologias de comunicação no processo de ensino-aprendizagem. *In: ENCONTRO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 9., 2006, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Caxias do Sul: UCS, 2006.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended**: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

HUBER, E.; WERNER, A. A review of the literature on flipping the STEM classroom: preliminary findings. *In: BARKER, S. et al.* (Eds.). **Show me the learning**: proceedings ASCILITE 2016 Adelaide. [S. l.: s. n.], 2016. p. 267-274.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2017. *In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua*. Brasília: IBGE, 2018. p. 1-12. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101631_informativo.pdf. Acesso em: 16 abr. 2020.

JENSEN, J. L.; KUMMER, T. A.; GODOY, P. D. D. M. Improvements from a flipped classroom may simply be the fruits of active learning. **CBE – Life Sciences Education**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 1-12, 2015.

JOHNSON, G. Students, please turn to YouTube for your assignments. **Education Canada**, [S. l.], v. 52, n. 5, 2012.

KARABULUT-ILGU, A.; JARAMILLO CHERREZ, N.; JAHREN, C. T. A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. **British Journal of Educational Technology**, [S. l.], v. 49, n. 3, p. 398-411, 2017.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**: práticas pedagógicas. São Paulo: Papirus, 2003.

KHAN, S. **Um mundo, uma escola** - a educação reinventada. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013. Disponível em: <https://mundonativodigital.files.wordpress.com/2016/04/um-mundo-uma-escola-salman-khan.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 1-16, 2017.

KRIPKA, R. M. L.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. l.], v. 6, n. 01, p. 45-57, mar. 2016.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J.; TREGLIA, M. Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. **Journal of Economic Education**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 30-43, 2000.

- LEVY, P. **O que é o virtual?**. São Paulo: Editora 34, 1996.
- LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. 21. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2006. 153 p.
- LIMA-JÚNIOR, C. G. *et al.* Sala de Aula Invertida no ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 3, n. 2, p. 119-145, 2017.
- LISBÔA, E. S.; BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; COUTINHO, C. P. O contributo do vídeo na educação online. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL GALEGO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 10., 2009, Braga. **Anais [...]**. Braga: Universidade do Minho, 2009. p. 5858-5868.
- MARRS, K. A.; NOVAK, G. Just-in-time teaching in biology: creating an active learner classroom using the internet. **Cell Biology Education**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 49-61, 2004.
- MASCOLO, M. F. Beyond student-centered and teacher-centered pedagogy: teaching and learning as guided participation. **Pedagogy and the Human Sciences**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 3-27, 2009.
- MATTA, A. E. R.; SILVA, F. P. S.; BOAVENTURA, E. M. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação e educação do século XXI. **Revista da FAEEDBA - Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014.
- MAZZARDO, M. D. **Recursos educacionais abertos: inovação na produção de materiais didáticos dos professores do Ensino Médio**. 2018. 280 p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Aberta, [S. l.], 2018
- MAZUR, E. **Peer instruction: a user's manual**. New York: Prentice Hall, 1997.
- MAZUR, E.; WATKINS, J. Farewell, Lecture? **Science**, [S. l.], v. 323, p. 50-51, 2009.
- MAZUR, E.; WATKINS, J. Just-in-time teaching and peer instruction. *In*: SIMKINS, S.; MAIER, M. (Eds.). **Just-in-time teaching: across the disciplines, across the academy just-in-time teaching**. 1. ed. Sterling: Stylus Publishing, 2010. p. 39-62.
- MCKENNEY, S.; NIEVEEN, N.; VAN DEN AKKER, J. Design research from a curriculum perspective. *In*: VAN DEN AKKER, J. *et al.* (Eds.). **Educational design research**. London: Routledge, 2006.
- MCKENNEY, S.; REEVES, T. C. **Conducting educational design research**. 1. ed. London: Routledge, 2012.
- MELO, M. R.; SANTOS, A. O. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: UFBA, 2012.

MEME (Internet). **Wikipédia**, [S. l.], 2020b. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Meme_\(Internet\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Meme_(Internet)). Acesso em: 22 ago. 2020.

MÉTODOS E PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS. **MPEAC – Ciléia**. 2019. Disponível em: <http://boltz.ccne.ufsm.br/st04/>. Acesso em: 15 nov. 2018.

MINAYO, M. C. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001. 80 p.

MITRE, S. M. *et al.* Metodologias Ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 2133-2144, dez. 2008.

MORAES, L. D. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, Á. J. M. O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química. **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 3. ed. Campinas: Papirus, 2008. 174p.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. *In*: MORAN, J. M.; BEHRENS, M. A.; MASETTO, M. T. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 8 ed. Campinas: Papirus, 2004. p. 11-65.

MORAN, J. M. Metodologias Ativas para uma aprendizagem mais profunda. *In*: MORAN, J. M.; BACICH, L. (Org.). **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2017. e-PUB.

MORAN, J. M. Nova personalidade: pesquisador da USP reconhece mudanças no papel do professor em sala de aula, mas não crê na extinção. **[Entrevista disponibilizada em 25 de outubro de 2014, ao Jornal Correio Brasiliense]**. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2014/01/Jos%C3%A9-Moran.pdf>. Entrevista concedida a Olívia Meireles. Acesso em: 29 out. 2018.

MORAN, J. M.; BACICH, L. (Orgs.). **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2017. e-PUB.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 1999.

MORESI, E. (Org.). **Metodologia de pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

NAVES, M. L. P. Piaget e as idéias modernas sobre educação: um estudo dos escritos educacionais de Jean Piaget publicados entre os anos de 1920 a 1940. **Cadernos de História da Educação**, Uberlândia, v. 9, n. 2, p. 455-464, jul./dez. 2010.

NONATO, E. R. S.; MATTA, A. E. R. Caminhos da pesquisa-aplicação na pesquisa em educação. *In: PLOMP, T. et al. (Orgs.). Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução*. 1. ed. São Paulo: Artesanato Educacional, 2018. p. 13-24.

NOVAK, G. M. *et al. Justin-in-time teaching: blending active learning with web technology*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

O'FLAHERTY, J.; PHILLIPS, C. The use of flipped classrooms in higher education: a scoping review. *The Internet and Higher Education*, [S. l.], v. 25, p. 85-95, apr. 2015.

OLIVEIRA, M. A. R. **O ensino de ciências e biologia e a sala de aula invertida: uma tendência contemporânea**. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. *Física na Escola*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 4-13, 2016.

PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. *Bolema*, Rio Claro, v. 31, n. 58, p. 739-759, ago. 2017.

PEHKONEN, E.; NÄVERI, L.; LAINE, A. On teaching problem solving in school mathematics. *CEPS Journal*, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 9-23, 2013.

PLOMP, T. Educational design research: an introduction. *In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. (Eds.). Educational design research*. Enschede: SLO, 2013.

PONTE, J. P. Estudos de caso em educação matemática. *Bolema*, Rio Claro, v. 19, n. 25, p. 105-132, 2006.

POSTMAN, N. **Tecnopolia** - quando a cultura se rende à tecnologia. Lisboa: Difusão Cultural, 1992.

POZO, J. I. A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento. *Revista Pátio*, Porto Alegre, v. 8, n. 31, ago./out. 2004.

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver problemas, resolver problemas para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; POSTIGO, Y. **Los procedimientos como contenidos escolares: uso estratégico de la información**. Barcelona: Edebé, 2000.

PRADO, A. **Entendendo o aluno do século 21: e como ensinar esta nova geração**. São Paulo: Geekie, 2015. Disponível em: http://info.geekie.com.br/wp-content/uploads/2015/06/EBOOK_geekie_aluno21_final.pdf. Acesso em: 15 out. 2018.

PRENSKY, M. Nativos Digitais, Imigrantes Digitais. **NCB University Press**, Lincoln, v. 9, n. 5, out. 2001. Disponível em: http://www.colegiogeracao.com.br/novageracao/2_intencoes/nativos.pdf. Acesso em: 10 maio 2020.

RAMAL, A. Sala de aula invertida: a educação do futuro. **G1**, Curitiba, 28 abr. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/blog/andrea-ramal/post/sala-de-aula-invertida-educacao-do-futuro.html>. Acesso em: 12 out. 2018.

REEVES, T. Design research from a technology perspective. *In*: VAN DEN AKKER, J. *et al.* (Eds.). **Educational design research**. New York: Routledge, 2006. p. 52-66.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

REZENDE, D. A.; ABREU, A. F. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informações empresariais**. São Paulo: Atlas, 2000.

RICHTER, S. S. **Sequência de atividades didáticas para uma abordagem fenomenológica da ondulatória em uma perspectiva de sala de aula invertida**. 2017. 182 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

RIOS, M. D. R. **Sala de aula invertida**: uma abordagem pedagógica no ensino superior no Brasil. 2017. 173f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Comunicação e Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

ROSA, S. S. **Construtivismo e mudança**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

RUPPENTHAL, R. *et al.* A capacidade de resolver problemas: um estudo - piloto sobre a adequação de um teste de desempenho na resolução de problemas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 833-848, set-dez. 2015.

SAL Khan. **Wikipédia**, [S. l.], 2018b. Disponível em: pt.wikipedia.org/wiki/Sal_Khan. Acesso em: 22 nov. 2018.

SALATINO, A. T. **Entre laços e redes de sociabilidade**: sobre jovens, celulares e escola contemporânea. 2014. 199f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SALESSE, A. M. T. **A experimentação no ensino de química**: importância das aulas práticas no ensino e aprendizagem. 2012. 40 p. Monografia (Especialização em Educação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SAMS, A. The flipped class: shedding light on the confusion, critique, and hype. **The Daily Riff**, [S. l.], 11 nov. 2011. Disponível em: <http://www.thedailyriff.com/articles/the-flipped-class-shedding-light-on-the-confusion-critique-and-hype-801.php>. Acesso em: 27 out. 2018.

SÁNCHEZ, C. Orígenes y evolución de la Investigación cualitativa en educación. *In: DE SOUZA, F.; DE SOUZA, D. N.; COSTA, A. P. **Investigação qualitativa: inovação, dilemas e desafios**. 1. ed. Oliveira de Azeméis: RealBase, 2015. p. 41-74.*

SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 16, n. 1, p. 133-152, jan./abr. 2014.

SANTOS, A. C. *et al.* Ensino híbrido: relato de experiência sobre o uso de AVEA em uma proposta de Sala de Aula Invertida para o Ensino Médio. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

SCREENCAST. **Wikipédia**, [S. l.], 2018c. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Screencast>. Acesso em: 22 nov. 2018.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, L. D. **A videoaula no ensino médio como recurso didático pedagógico no contexto da sala de aula invertida**. 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2017.

SILVA, T. R. **Sala de aula invertida e história da ciência**: explorando novas metodologias no Ensino de Química. 2018. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Bauru: Universidade Federal Paulista, 2016.

SIMAS, C.; VASCONCELOS, F. Método ABP na medicina: origem e desdobramentos. **ComCiência**, Campinas, n. 115, fev. 2010. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n115/a02n115.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2018.

SOBRAL, F. R.; CAMPOS, C. J. G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 208-218, fev. 2012.

STRAYER, J. How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task Orientation. **Learning Environments**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 171, 2012. Disponível em: https://www.colorado.edu/ftcp/sites/default/files/attached-files/strayer_-_inverted_classroom_influences.pdf. Acesso em: 13 jun. 2020.

STRAYER, J. F. **The effects of the classroom flip on the learning environment**: a comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system. 2007. 244 p. Tese (Doutorado em Computação) - Universidade de Ohio, Ohio, 2007.

SUHR, I. R. F. Desafios no uso da sala de aula invertida no Ensino Superior. **Transmutare**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 4-21, jan./jun. 2016.

TEIXEIRA, G. P. **Flipped classroom**: um contributo para a aprendizagem da lírica camoniana. 2013. 167 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Sistemas de E-Learning) - Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2013.

TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; OLIVEIRA NETO, J. D. A utilização da “sala de aula invertida” em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “flipped classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem. **Revista de Estilos de Aprendizagem**, Espanha, v. 11, n. 12, p. 1-14, out. 2013.

VALENTE, J. A. **Aprendizagem Ativa no Ensino Superior**: a proposta da sala de aula invertida. 2013. Disponível em:

https://www.pucsp.br/sites/default/files/img/aci/27-8_aguardar_proec_textopara280814.pdf. Acesso em: 25 set. 2018.

VALENTE, J. A. (Org). Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender. *In*: VALENTE, J. A. (Org). **O computador na sociedade do conhecimento**. São Paulo: USP; Estação Palavra, 2001. p. 31-44. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/computador-sociedade-conhecimento.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2018.

VALÉRIO, M.; MOREIRA, A. L. O. R. Sete críticas à sala de aula invertida. **Revista Contexto & Educação**, Luí, ano 33, n. 106, p. 215-230, set./dez. 2018.

VAN DEN AKKER, J. *et al.* (Eds.). **Educational design research**. New York: Routledge, 2006.

VASCONCELOS, M. S. **A difusão das idéias de Piaget no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo Livraria e Editora Ltda., 1996. 286 p.

VIALLI, A. *et al.* Gestão do enriquecimento da elaboração de videoaulas: uma proposta de aumento da interatividade entre professor e estudante. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 8., 2011, Resende. **Anais [...]**. Resende: AEDB, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

WANG, F.; HANNAFIN, M. J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. **Educational Technology Research and Development**, [S. l.], v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005.

ZAINUDDIN, Z.; HALILI, S. H. Flipped classroom research and trends from different fields of study. **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 313-340, 2016.

ZANATA, E. M.; CARAMANO, E. S. S.; MARQUES, A. F. Tecnologias da informação e comunicação na educação de jovens e adultos. *In*: MAGNONI JUNIOR, L. *et al.* (Orgs.). **Programa educativo e social JC na escola**: luz, ciência e vida. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2016. p. 117-126.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

1. Em sala de aula em quanto tempo você consegue manter a atenção de maneira ininterrupta em uma explicação:

- a) () Zero. Não consigo manter o foco em sala de aula, pois o ambiente de sala de aula é muito dispersivo.
- b) () 5 min.
- c) () 10 min
- d) () 15 min
- e) () 20 min. Uma explicação pode levar no máximo metade da aula, é preciso um intervalo para que eu possa pensar.
- f) () 30 min.
- g) () 40 min. Consigo manter o foco mesmo que a explicação leve a aula inteira.

2. Quando você perde uma parte da explicação do professor devido ao fato de ela ser muito longa, o que você, em geral, faz **(pode marcar mais de uma resposta)**

- a) () pergunta ao professor.
- b) () pergunta aos colegas
- c) () depois da aula, pesquisa na internet
- d) () assiste videoaula.
- e) () deixa as dúvidas se acumularem, pois serão esclarecidas nas quando estudar para a prova.

3. Você já assistiu videoaulas antes?

- () não.
- () sim. Qual o motivo o levou a assisti-la **(pode marcar mais de uma resposta)**:
 - a) () recomendação de um professor para um conteúdo que você não compreendeu.
 - b) () um professor de outra disciplina adota o recurso didático de videoaulas de maneira integrada com o andamento da disciplina.
 - c) () recomendação colegas, amigos ou familiares como uma maneira uma ferramenta de estudo.
 - d) () quando usei ferramentas de busca na internet para solucionar dúvidas fui direcionar à videoaulas.
 - e) () outras. Especifique: _____

4. Sobre as questões realizadas em sala de aula marque a alternativa que representa sua opinião sobre o nível de trabalho (tempo que demora para realizar uma tarefa) sobre:

4.1 *Reações químicas:* 4.2 *Cálculos Estequiométricos*

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 (nada trabalhosa) | <input type="checkbox"/> 1 (nada trabalhosa) |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 |
| <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 4 |
| <input type="checkbox"/> 5 (muito trabalhosa) | <input type="checkbox"/> 5 (muito trabalhosa) |

4.3 *Soluções* 4.4 *Terموquímica*

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 (nada trabalhosa) | <input type="checkbox"/> 1 (nada trabalhosa) |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 |
| <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 4 |
| <input type="checkbox"/> 5 (muito trabalhosa) | <input type="checkbox"/> 5 (muito trabalhosa) |

5. Ainda sobre as questões de sala de aula, marque a alternativa que representa sua opinião sobre o nível de dificuldade (você não tem certeza inicialmente de como fazer a tarefa):

5.1 *Reações químicas:* 5.2 *Cálculos Estequiométricos*

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1 (nada difícil) | <input type="checkbox"/> 1 (nada difícil) |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 |
| <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 4 |
| <input type="checkbox"/> 5 (muito difícil) | <input type="checkbox"/> 5 (muito difícil) |

5.3 *Soluções* 5.4 *Terموquímica*

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1 (nada difícil) | <input type="checkbox"/> 1 (nada difícil) |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 2 |
| <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 4 |
| <input type="checkbox"/> 5 (muito difícil) | <input type="checkbox"/> 5 (muito difícil) |

6. Agora, marque a alternativa que representa sua opinião sobre a contribuição para minha sua aprendizagem:

6.1 *Reações químicas:* 6.2 Cálculos Estequiométricos

() 1 (aprendi pouco) () 1 (aprendi pouco)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (aprendi muito) () 5 (aprendi muito)

6.3 *Soluções* 6.4 *Termoquímica*

() 1 (aprendi pouco) () 1 (aprendi pouco)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (aprendi muito) () 5 (aprendi muito)

7. E por fim marque a alternativa que representa o seu interesse em realizar as questões:

7.1 *Reações químicas:* 7.2 Cálculos Estequiométricos

() 1 (muito tediosa) () 1 (muito tediosa)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (muito interessante) () 5 (muito interessante)

7.3 *Soluções* 7.4 *Termoquímica*

() 1 (muito tediosa) () 1 (muito tediosa)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (muito interessante) () 5 (muito interessante)

8. Classifique as videoaulas utilizadas na disciplina assinalando segundo uma escala de 1 a 5 segundo cada um dos critérios em destaque.

8.1 Duração dos vídeos

- *Reações químicas* - *Cálculos Estequiométricos*

() 1 (muito curtos) () 1 (muito curtos)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (muito longos) () 5 (muito longos)

- *Soluções* - *Termoquímica*

() 1 (muito curtos) () 1 (muito longos)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (muito longos) () 5 (muito longos)

8.2 Clareza nas explicações

- *Reações químicas* - *Cálculos Estequiométricos*

() 1 (muito confusos) () 1 (muito confusos)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (bastante explicativos) () 5 (bastante explicativos)

- *Soluções* - *Termoquímica*

() 1 (muito confusos) () 1 (muito confusos)

() 2 () 2

() 3 () 3

() 4 () 4

() 5 (bastante explicativos) () 5 (bastante explicativos)

8.3 Sobre sua aprendizagem nos vídeos

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| - <i>Reações químicas</i> | - <i>Cálculos Estequiométricos</i> |
| () 0 Não assisti aos vídeos | () 0 Não assisti aos vídeos |
| () 1 (aprendi pouco) | () 1 (aprendi pouco) |
| () 2 | () 2 |
| () 3 | () 3 |
| () 4 | () 4 |
| () 5 (aprendi muito) | () 5 (aprendi muito) |

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| - <i>Soluções</i> | - <i>Termoquímica</i> |
| () 0 Não assisti aos vídeos | () 0 Não assisti aos vídeos |
| () 1 (aprendi pouco) | () 1 (aprendi pouco) |
| () 2 | () 2 |
| () 3 | () 3 |
| () 4 | () 4 |
| () 5 (aprendi muito) | () 5 (aprendi muito) |

9. Sobre a frase:

Eu prefiro o método tradicional de ensino, aulas expositivas e resolução de problemas em casa, em relação à metodologia da sala de aula invertida desenvolvida nas aulas de química nesse ano letivo.

Marque uma das alternativas:

- () Discordo totalmente.
- () Concordo parcialmente, poderia misturar aulas tradicionais e aulas invertidas.
- () Concordo totalmente.

Descreva aqui, como foi sua aprendizagem em química neste ano letivo.

- Foi melhor ou não?
- O que mais gostou e o que menos gostou?
- Teve dificuldade nos exercícios e problemas?
- O que achou de fazer todas as atividades em aula com ajuda dos colegas e professora?
- Você foi ajudado pelos colegas ou ajudou-os? No que isso influenciou na tua aprendizagem?
- Você acha que o tempo de sala foi melhor utilizado dessa forma (explicação em casa, exercícios em aula)?
- Tem alguma ideia ou sugestão para melhorar seu aprendizado?

APÊNDICE B - ATIVIDADE PRÁTICA SOBRE ESTEQUIOMETRIA

Atividade Prática sobre Estequiometria:

Aula Prática Envolvendo Cálculo Estequiométrico - 2º Ano - 2º Trimestre		
Professora Ciléia Rodrigues		
Nomes:	Turma:	Parecer:.....

ANALISE O TEOR DE BICARBONATO DE SÓDIO EXISTENTE EM UMA AMOSTRA DO COMPRIMIDO SONRISAL

Criada pela Lei nº 9.782, de 26 de janeiro 1999, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é uma autarquia sob regime especial, que tem sede e foro no Distrito Federal, e está presente em todo o território nacional por meio das coordenações de portos, aeroportos, fronteiras e recintos alfandegados.

Tem por finalidade institucional promover a proteção da saúde da população, por intermédio do controle sanitário da produção e consumo de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária, inclusive dos ambientes, dos processos, dos insumos e das tecnologias a eles relacionados, bem como o controle de portos, aeroportos, fronteiras e recintos alfandegados. Atua, entre outras coisas, na fiscalização e monitoramento de medicamentos disponíveis para comercialização.

Supondo que você seja um técnico da Anvisa, analise o teor de bicarbonato de sódio existente em uma amostra do comprimido Sonrisal, com o objetivo de constatar a veracidade da massa informada na bula do medicamento.

Objetivo: Verificar a reação envolvida na efervescência de um comprimido antiácido em água e calcular o teor (massa em mg) de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) a partir da massa de dióxido de carbono (CO_2) produzido na efervescência. Verificar ainda, o rendimento da reação química desenvolvida no laboratório.

Materiais e reagentes:

- 1 comprimido antiácido efervescente;
- Um copinho descartável de tomar café;
- Água;
- Balança simples.

Procedimento Experimental:

- 1º) Coloca-se água até a metade do copinho descartável;
- 2º) Pesa-se na balança o copo com água e também o comprimido antiácido ainda na embalagem;
- 3º) Anota-se essa massa, que será considerada a massa inicial (m_1);
- 4º) Coloca-se o comprimido na água, tomando o máximo cuidado para não haver perda de material (para isso, é bom tampar a boca do copo descartável com a embalagem do comprimido);
- 5º) Pesa-se novamente o conjunto;
- 6º) Anota-se a massa final (m_2).

Resultados e Discussão:

Reação do bicarbonato de sódio (NaHCO_3) com ácido cítrico ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) formando dihidrogenocitrato de sódio ($\text{NaH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), água (H_2O) e gás carbônico (CO_2):



1º Cálculo:

$$m_1 =$$

$$m_2 =$$

$$m \text{ CO}_2 =$$

$$m \text{ NaHCO}_3$$

2º Cálculo:

$$m_1 =$$

$$m_2 =$$

$$m \text{ CO}_2 =$$

$$m \text{ NaHCO}_3 =$$

Média:

Rendimento:

Conclusão:

APÊNDICE C - VIDEOAULAS UTILIZADAS NA TESE

<https://www.youtube.com/watch?v=3OIttiE5Vjk&t=176s>

https://www.youtube.com/watch?v=k_4eC0VuZfs

<https://www.youtube.com/watch?v=rwP1AEqbNb0&t=1s>

<https://www.youtube.com/watch?v=QVoW8tRFIQE&t=11s>

https://www.youtube.com/watch?v=FhDq7Dkd_Kw&t=371s

<https://www.youtube.com/watch?v=X1cryA6R22Q>

<https://www.youtube.com/watch?v=cy2QgGTLuZ4&t=513s>

<https://www.youtube.com/watch?v=Z6nGtl9BsXk&t=924s>

<https://www.youtube.com/watch?v=0dbwDApE4vs&t=179s>