

Universidade Estadual Paulista - Unesp

Faculdade de Ciências

Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência

Wander Natan de Sena Naujales

O Laboratório Didático de Química e a Educação a Distância:

investigação preliminar de uma atividade prática

Bauru / SP

2016

Universidade Estadual Paulista - Unesp

Faculdade de Ciências

Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência

Wander Natan de Sena Naujales

O Laboratório Didático de Química e a Educação a Distância:

investigação preliminar de uma atividade prática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências, da Unesp, Câmpus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência, sob a orientação do prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza.

Bauru / SP

2016

Naujales, Wander Natan de Sena.

O laboratório didático de química e a educação a distância : investigação preliminar de uma atividade prática / Wander Natan de Sena Naujales, 2016
193 f.

Orientador: Aguinaldo Robinson de Souza

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016

1. Ensino a distância (EaD). 2. Laboratório didático. 3. TIC no ensino/aprendizagem de química. 4. TPACK. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE WANDER NATAN DE SENA NAUJALES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS.

Aos 23 dias do mês de fevereiro do ano de 2016, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da FC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA - Orientador(a) do(a) Departamento de Química / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, Prof^a. Dr^a. DANIELA MELARÉ VIEIRA BARROS do(a) Área de Ensino e Educação a Distância / Universidade Aberta - Portugal, Prof. Dr. MARCELO MAIA CIRINO do(a) Departamento de Química / Universidade Estadual de Londrina, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de WANDER NATAN DE SENA NAUJALES, intitulada **O Laboratório Didático de Química e a Educação a Distância: investigação preliminar de uma atividade prática**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA


Prof^a. Dr^a. DANIELA MELARÉ VIEIRA BARROS


Prof. Dr. MARCELO MAIA CIRINO

Agradecimentos

Ao prof. Aguinaldo Robinson de Souza, por me acompanhar e orientar no desenvolvimento deste trabalho, além de contribuir de maneira fundamental com seus conselhos para a minha formação.

À minha família, especialmente meu pai, José, minha mãe, Nilva, e minha irmã, Camila, pelo suporte incondicional em todas as horas e situações, não apenas nesta etapa, mas durante toda a minha vida. Certamente não estaria aqui se não fosse por eles.

Aos amigos que fiz aqui na pós-graduação, especialmente Agatha, Amira, Douglas, Erik, Fabiana, Giovana, Janile, Juliana, Samuel, Thalita e Tatiana, por compartilhar esse caminho de pós-graduandos, trabalhando, sofrendo e comemorando juntos.

Aos amigos de longa data Wilson Gomes da Costa e Rafael Marcatti, pelos finais de semana de distração e diversão nos momentos pesados do trabalho.

Aos amigos que fiz aqui em Bauru: Cláudio, Eduardo, Flávio e Gustavo, pelas risadas intermináveis e visões diferentes do que é ensinar.

Aos professores Daniela Melaré e Marcelo Cirino, pelas valiosas contribuições para este trabalho.

A todos os professores e funcionários da pós-graduação da Faculdade de Ciências, especialmente à Denise Barbosa Felipe, por toda a ajuda nos trâmites burocráticos do curso de mestrado.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para este trabalho e que eu, com minha falta de sensibilidade, possa ter esquecido de aqui mencionar.

NAUJALES, W. N. S. **O Laboratório Didático de Química e a Educação a Distância: investigação preliminar de uma atividade prática.** 2016. 193 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru, 2016.

RESUMO

Neste trabalho uma sequência didática que integra a educação a distância e o laboratório didático de química foi elaborada e aplicada junto a alunos voluntários de cursos de licenciatura em química de duas unidades da Unesp, a Universidade Estadual Paulista. Os encontros online foram realizados de maneira síncrona, mediados pela Sala Virtual da Unesp, projeto que usa o Adobe Connect para a interação entre os participantes. Além disso, toda a sequência didática seguiu as recomendações da literatura para as atividades práticas no ensino de ciências, desde a sua concepção. O material coletado foi analisado com a Teoria da Ação Mediada juntamente com o TPACK. A análise dos dados mostra que houve avanço no conhecimento de conteúdo dos alunos e que existiram interações entre seus conhecimentos tecnológico e de conteúdo, evidenciados por meio de seus diferentes graus de domínios e apropriações das ferramentas interacionais utilizadas. Os aspectos técnicos que influenciaram o desenvolvimento dos encontros também são descritos e examinados, dentre os quais destacam-se a presença de hardware específico e a conexão à internet dos participantes. Os resultados também mostram que a principal diferença encontrada entre a atividade laboratorial a distância aqui proposta e as presenciais se deu na interação entre os participantes, devido à variedade de ferramentas disponíveis para esta finalidade. O trabalho expõe pontos que devem ser melhorados para uma aplicação do projeto na EaD futuramente, assim como as dificuldades encontradas, possíveis maneiras de encará-las e questionamentos decorrentes dos resultados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino a distância (EaD), laboratório didático, TIC no ensino/aprendizagem de química, TPACK.

NAUJALES, W. N. S. **The Didactic Chemistry Laboratory and the Distance Learning: preliminary investigation of a practical activity.** 2016. 193 p. Dissertation (Master's degree in Science Education). School of Science, Unesp, Bauru, 2016.

ABSTRACT

In this work a didactic sequence that integrates the distance learning and the didactic chemistry laboratory was elaborated and applied with voluntary students from courses of license in chemistry of two Unesp's units, the Universidade Estadual Paulista. The online meetings were made synchronously, mediated by Unesp's Sala Virtual, a project that uses Adobe Connect for interaction among participants. In addition, all the didactic sequence followed the recommendation for practical activities in the science education from literature, since its conceiving. The collected material were analyzed with Mediated Action Theory and TPACK. The data analysis shows that there was improvement in students' content knowledge and that interactions among their technological and content knowledge existed, evidenced through their different domain and appropriation levels of the interactional tools used. The technical aspects that influenced the meetings' development are also described and examined, among which the presence of specific hardware and students' internet connection stand out. The results also show that the major difference found between the distance laboratory activity proposed and the presential ones is the interaction among the participants, due to the variety of the available tools for this aim. The work exposes matters that must be improved in order to apply the project in the distance learning in the future, as well as the difficulties encountered, possible ways to handle them and questionings derived from the results obtained.

Keywords: Distance learning, didactic laboratory, ICT in teaching/learning chemistry, TPACK.

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Layout</i> Compartilhando do Adobe Connect. Fonte: elaboração do autor.....	42
Figura 2. <i>Layout</i> de Discussão do Adobe Connect. Fonte: elaboração do autor.....	46
Figura 3. <i>Layout</i> de Colaboração do Adobe Connect. Fonte: elaboração do autor.....	48
Figura 4. Relação entre experimento, trabalho no laboratório didático e trabalho prático. Fonte: adaptado de Hodson, 1988, p. 2, tradução de Paulo A. Porto.	51
Figura 5. Estrutura do experimento.	76
Figura 6. Conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (TPACK). Fonte: adaptado de Major, 2015, p. 30.	101
Figura 7. Interface de gravação do Camtasia Studio. (a) visão geral e (b) suas ferramentas. Fonte: elaboração do autor.....	109
Figura 8. <i>Pod</i> de compartilhamento durante o Episódio 1 antes e depois do uso da ferramenta por NIC.....	119
Figura 9. <i>Pod</i> de participantes no final do Episódio 4.	122
Figura 10. Quadro branco do <i>pod</i> de compartilhamento no início do Episódio 5.	123
Figura 11. <i>Pod</i> de compartilhamento no decorrer do Episódio 6.....	125
Figura 12. <i>Pod</i> de pesquisa durante o Episódio 7. (a) antes e (b) depois das respostas dos alunos.	128
Figura 13. Respostas dos alunos na tarefa descrita no Episódio 8.	130
Figura 14. Respostas dos alunos no <i>pod</i> de pesquisa durante o Episódio 9.....	132
Figura 15. <i>Pod</i> de pesquisa durante o Episódio 10.	134
Figura 16. <i>Pod</i> de pesquisa no início do Episódio 11.....	136
Figura 17. Indicação de FER e NIC no problema do Episódio 12a.....	138
Figura 18. Indicação de JUL no problema do episódio 12b.....	139
Figura 19. Indicação de VAL no problema do Episódio 12c.....	140
Figura 20. Destaque do professor no final do Episódio 12c.....	140

Lista de Tabelas

Tabela 1. Sequência cronológica das atividades realizadas na coleta e pré-tratamento dos dados da pesquisa	111
---	-----

Siglas

AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

CEDERJ - Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica

CK - Conhecimento de conteúdo (do inglês, Content Knowledge)

EaD - Educação a Distância

MEC - Ministério da Educação e Cultura

NEaD - Núcleo de Educação a Distância

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCK - Conhecimento pedagógico do conteúdo (do inglês, Pedagogical Content Knowledge)

Pisa - Programa Internacional de Avaliação de Alunos

PK - Conhecimento pedagógico (do inglês, Pedagogical Knowledge)

TCK - Conhecimento tecnológico de conteúdo (do inglês, Technological Content Knowledge)

TK - Conhecimento tecnológico (do inglês, Technological Knowledge)

TPACK - Conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (do inglês, Technological Pedagogical Content Knowledge)

TPK - Conhecimento tecnológico pedagógico (do inglês, Technological Pedagogical Knowledge)

UAB - Universidade Aberta do Brasil

UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense

UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UnB - Universidade de Brasília

Unesp - Universidade Estadual Paulista

Unicamp - Universidade Estadual de Campinas

UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

UNIVESP - Universidade Virtual do Estado de São Paulo

USP - Universidade de São Paulo

SEED - Secretaria de Educação a Distância

SERES - Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior

SESu - Secretaria de Educação Superior

SETEC - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

Sumário

Introdução	13
Capítulo 1. A educação a distância	17
1.1. Breve histórico da EaD no ensino superior no Brasil	35
1.2. O NEaD da Unesp e o Adobe Connect	38
1.2.1. Compartilhando	41
1.2.2. Discussão	44
1.2.3. Colaboração	47
Capítulo 2. O laboratório didático	50
2.1.1. Atividades de demonstração	57
2.1.2. Atividades de verificação	58
2.1.3. Atividades de investigação	60
2.2. A atividade prática proposta	66
2.3. A estrutura das demonstrações	75
Capítulo 3. Os referenciais teóricos	79
3.1. James Wertsch e a Teoria da Ação Mediada	79
3.1.1. Vigotski e os estudos socioculturais da mente	80
3.1.2. Bakhtin: vozes, dialogia e gêneros discursivos	87
3.1.3. A contribuição de Wertsch	92
3.2. O conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (TPACK).....	98
Capítulo 4. O percurso metodológico da pesquisa	104
4.1. Os objetivos da pesquisa	104
4.2. Os participantes da pesquisa	104
4.3. O desenvolvimento das aulas.....	105
4.4. A coleta de dados	107
4.5. O que foi analisado	111
Capítulo 5. Análise dos dados e discussão.....	115
5.1. O conhecimento tecnológico	117
5.2. O conhecimento de conteúdo.....	126
5.3. Os aspectos técnicos	142

Capítulo 6. Conclusões	149
6.1. As possibilidades e recomendações para estudos futuros	153
7. Referências	156
Apêndice I	160

Introdução

Hoje em dia não podemos negar que a tecnologia permeia todos os setores da sociedade; está presente no cotidiano de muitos indivíduos, em nosso dia-a-dia. Ela tem alterado a forma como trabalhamos, nos comunicamos e até mesmo nos divertimos. Logo, por que não estaria presente na educação ou não alteraria suas relações?

Novas oportunidades estão surgindo a todo momento, graças à velocidade com que as ferramentas tecnológicas evoluem e parece haver certa resistência na educação para aproveitá-las, para buscar um ensino que corresponda às expectativas dos aprendizes, pois o modelo em que o professor simplesmente transmite informações de maneira descontextualizada, esperando que os alunos assim aprendam os conceitos científicos e como utilizá-los apresenta deficiências: existem inúmeros exemplos com esse tipo de observação na literatura. Tomemos como exemplo a oportunidade oferecida pela internet: qualquer indivíduo pode simplesmente acessar as informações encontradas na rede mundial de computadores, procurando estudar certo assunto. Um aluno pode explorar um tópico levantado em sua escola utilizando essa ferramenta no momento que quiser, onde quiser, isto é, sem uma restrição de tempo ou espaço. As considerações deste aluno provenientes dessa ação podem contribuir para sanar as dúvidas de outros discentes, tirando o foco do professor como o detentor de todo o conhecimento. E se esse estudante pudesse fazer isso no exato momento em que o tópico é levantado, usando um dispositivo móvel, como seu celular? Esse exemplo corriqueiro mostra *uma* das possibilidades aberta por *uma* das ferramentas que a tecnologia nos oferece atualmente. Tente imaginar a imagem como um todo.

Nesse sentido, ao invés de resistir a essa influência, devemos estudá-la, compreendê-la e usá-la a favor de um ensino mais eficaz, que possa fazer diferença na

vida dos estudantes; usá-la de modo que contribua e não atrapalhe a formação dos alunos. Devemos dar atenção especial para a forma que estas tecnologias são utilizadas no contexto escolar, pois as tecnologias podem criar novos paradigmas no ensino, como a flexibilidade espaço-temporal do exemplo citado anteriormente. Apesar de novos paradigmas, a ciência, o currículo a ser seguido não muda, é, de certa forma, engessado: os conceitos químicos, físicos ou biológicos que devem ser trabalhados não mudam com a utilização dessas tecnologias no ensino. Portanto, novas formas de encarar o processo de ensino e aprendizagem devem ser elaboradas e investigadas para que avanços na direção do uso dessas ferramentas a favor da educação sejam obtidos.

A Química também inclui-se nesse cenário, mas algumas questões surgem quando o fato de que ela é uma ciência experimental é levantado, principalmente quando atividades práticas entram em cena: é possível integrar experimentos didáticos com a tecnologia? Muitas iniciativas buscam essa resposta com o uso de simulações: representações digitais de experimentos em que alguns parâmetros podem ser definidos pelos usuários e resultados pré-programados, sempre baseados em conceitos científicos, são apresentados. Claro que estas simulações têm vantagens, como a possibilidade de estudo de experimentos em locais sem a infraestrutura adequada ou a prevenção de acidentes com reagentes ou produtos perigosos; mas também têm limitações, como a ausência de erros (uma vez que há um algoritmo por trás do programa que sempre dará o resultado previsto pelos conceitos), o que impede que discussões mais aprofundadas, importantes em atividades de ensino, sejam criadas em situações com a presença de erros. Mas e se experimentos didáticos de Química reais fossem abordados junto com a tecnologia? Como essa junção poderia ser feita na educação a distância, uma modalidade de ensino que apresenta esses diferentes paradigmas? Quais suas

implicações? Essas questões despertaram a motivação do presente trabalho e constituem uma das maneiras que as tecnologias podem influenciar no ensino.

Assim, uma sequência didática que contempla a integração entre o laboratório didático de Química e a educação a distância foi elaborada e aplicada junto a estudantes de cursos presenciais de licenciatura em Química da Unesp. Para a aplicação, foi utilizado o Adobe Connect®, software adquirido pelo Núcleo de Educação a Distância da Unesp que permite que treinamentos, cursos ou reuniões sejam realizados a distância. Os experimentos executados tratavam da titulometria ácido-base, um tema presente nas grades curriculares dos cursos de licenciatura em Química das três universidades estaduais de São Paulo. Os conhecimentos dos alunos acerca do tópico em questão foram procurados na análise dos dados obtidos e, para isso, dois referenciais teóricos foram empregados: a Teoria da Ação Mediada e o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK).

Este trabalho é aqui relatado com a seguinte estrutura:

- o capítulo 1 é iniciado com os aspectos da educação a distância e as maneiras que as tecnologias de informação e comunicação são nela utilizadas, assim como sua influência nessa modalidade de ensino. A seguir, um breve histórico da EaD no ensino superior em nosso país é apresentado, seguido do NEaD da Unesp e as razões pelas quais a Unesp é uma instituição apropriada para a execução dessa proposta. Finalmente, o software utilizado e suas ferramentas são descritos;

- no capítulo 2 a importância do laboratório didático de Química é levantada, seguida dos motivos da escolha do tema titulometria ácido-base e da elaboração e detalhamento da sequência didática aplicada. Este capítulo termina com as especificações dos experimentos executados;

- no terceiro capítulo, a Teoria da Ação Mediada de James Wertsch e as bases do Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo são apresentadas;

- o capítulo 4 trás os pormenores da execução da pesquisa: os objetivos pretendidos, a escolha dos voluntários, o desenvolvimento das aulas, a coleta e pré-tratamento dos dados e os parâmetros que definiram os episódios selecionados para análise;

- no quinto capítulo é feita a análise e a discussão dos episódios derivados dos dados obtidos, de acordo com os referenciais teóricos utilizados;

- no capítulo 6 são expostas as conclusões finais e mais abrangentes, procurando uma visão mais holística da pesquisa;

- por fim, as referências bibliográficas utilizadas no trabalho são apresentadas, seguido dos apêndices da pesquisa.

Capítulo 1. A educação a distância

Não há dúvidas de que o desenvolvimento das tecnologias influencia diretamente na sociedade, em seu bem estar e em seu funcionamento. A comunicação propiciada pelos computadores, por exemplo, mudou a maneira que o ser humano trabalha e está, continuamente, remodelando a comunicação pessoal e o entretenimento (GARRISON; ANDERSON, 2003). As tecnologias digitais, principalmente a internet, têm permitido que as fontes de conhecimento sejam acessadas em qualquer lugar e a qualquer hora (ARETIO; CORBELLA; FIGAREDO, 2007) e, conseqüentemente, estão cada vez mais presentes na educação, sendo até mesmo um meio de torná-la possível em alguns casos (MAJOR, 2015).

Os avanços tecnológicos alteram nossa interpretação de elementos do processo de ensino, como é levantado por Major (2015), ao dizer que, no ensino presencial, vemos a interação entre os alunos, como as dúvidas que podem surgir a partir das respostas de outros, ou a felicidade em acertar a resposta de uma questão, características que dificilmente podem ser notadas no ensino a distância, pois a tecnologia utilizada "retira" algumas formas de interação; entretanto, ela também "inclui" outras que podem fornecer novas visões sobre o que está ocorrendo: visualizar a lógica utilizada em respostas escritas e, portanto, ter uma ideia melhor sobre a compreensão de conceitos importantes por parte dos estudantes, por exemplo. Assim, as tecnologias podem, ao mesmo tempo, reduzir e amplificar a interpretação dos docentes sobre o processo de ensino e aprendizagem, modelando ativamente essa interpretação (MAJOR, 2015).

Além da interpretação, as mudanças e influências que as tecnologias proporcionam podem ser notadas nas oportunidades e necessidades de aprender. Porém, o modelo de transmissão que domina a educação pouco mudou, talvez pelo fato de que não

conseguimos enfrentar e compreender essa nova ecologia de aprendizado que as tecnologias permitem que seja criada (GARRISON; ANDERSON, 2003). Nessa nova ecologia, a interação proporcionada pela integração entre a tecnologia digital e as telecomunicações é um enorme diferencial que gerou novas possibilidades para os processos educacionais (ALMEIDA, 2003): os ambientes virtuais de aprendizagem e outras ferramentas, como o e-mail, ampliaram as possibilidades de comunicação bidirecional entre alunos e professores (ARETIO; CORBELLA; FIGAREDO, 2007). Desta integração resultam as Tecnologias da Informação e Comunicação, ou simplesmente TIC's, que podem ser definidas como o:

[...] conjunto de processos e produtos derivados das novas ferramentas (hardware e software), suportes de informação e canais de comunicação relacionados com o armazenamento, processamento e transmissão digitalizados da informação (ADELL, 1997, p. 34 apud ARETIO; CORBELLA; FIGAREDO, 2007, p. 23, tradução nossa).

As novas perspectivas abertas pelas TIC's reforçam a quebra das barreiras de espaço e tempo na EaD: para o professor é uma relação didática ou um diálogo com os estudantes que não ocorre no mesmo espaço e, se ocorrer no mesmo espaço, não ocorre no mesmo tempo; para os alunos, trata-se de uma forma de aprendizagem flexível com relação ao tempo e espaço, que não exige sua presença física ou a do professor no mesmo lugar e/ou tempo (ARETIO, 1999). Estas perspectivas também exigem estudos que fundamentem as potencialidades da EaD, assim como sistematizem seus princípios e normas, sendo necessário conhecimentos de diferentes naturezas, segundo Aretio (1999):

- gnoseológica: referente à "compreensão e explicação da realidade da educação a distância e de sua prática pedagógica enquanto atividade intencional" (p. 29, tradução nossa);

- tecnológica: é o "saber fazer" para que melhores resultados sejam alcançados, por meio de um planejamento que busque a melhor sequência de intervenção para a EaD;

- axiológica: dimensão de valores e/ou metas que direcionem a maneira que esta modalidade de ensino deve ser.

Estes estudos podem dar direções para elucidar os seguintes aspectos da EaD (ARETIO, 1999):

- que características a definem;
- quais seus componentes;
- como são tais componentes;
- como eles se inter-relacionam;
- que princípios os sustentam;
- que normas geram;
- como tais normas se aplicam e por que;
- o que acontecerá se elas forem aplicadas de uma ou outra maneira, etc.

Uma reflexão sobre estes aspectos leva a um aperfeiçoamento constante do que e como deve ser feito em iniciativas educacionais a distância, a fim de se obter resultados cada vez mais satisfatórios, semelhante ao recomendado pelo relatório da US Web-based Education Commission que diz, segundo Garrison e Anderson (2003), que é importante entender como as pessoas aprendem, como novas ferramentas dão suporte e avaliam o que foi aprendido, que tipos de estruturas organizacionais suportam o aprendizado e o que é necessário para manter a área avançando.

Estudos nesse sentido têm sido desenvolvidos e, como acontece com diversos tópicos estudados pela academia, definições surgiram junto com dúvidas e enganos em suas interpretações, fazendo com que diferentes expressões fossem usadas com a mesma intenção. EaD, *open learning* e *e-learning* são exemplos de termos que encaixam-se nesse perfil; logo, é importante uma diferenciação entre algumas dessas definições.

Bates (2005) explicita as diferenças entre ensino aberto (*open learning*), ensino a distância (*distance learning*) e ensino flexível (*flexible learning*):

Open learning é um objetivo, uma política educacional. Uma característica essencial dessa política é a remoção de barreiras no ensino, o que significa não exigir qualificação prévia para estudar, ou permitir que mesmo aqueles que tenham algum problema possam usufruir do ensino. Idealmente, todos devem ter acesso à educação, o que exige que ela seja escalonável e aberta. Essa abertura tem implicações para com o uso da tecnologia: se ninguém pode (ou deveria) ser privado do ensino, as tecnologias disponíveis devem ser usadas para garantir esse acesso.

O ensino a distância é mais um método de ensino do que uma filosofia. Os estudantes podem estudar em seu próprio tempo e espaço (casa, trabalho ou centros de ensino) e não inclui contato face a face (presencial) com um professor. A tecnologia é um elemento crítico na EaD.

Flexible learning também é mais um método do que uma filosofia. É um método em que o ensino acontece de uma maneira flexível, construída ao redor das limitações de tempo, geográficas e sociais dos alunos ao invés das limitações de uma instituição educacional. A educação flexível também pode incluir a EaD, assim como encontros presenciais com o professor no local de trabalho do aluno, horários estendidos em câmpus ou escolas de fim de semana ou de verão. Normalmente é associada com maior acesso e, portanto, maior abertura.

A definição de *e-learning*, dada por Garrison e Anderson (2003), é diferente das três primeiras: "definindo-o de uma maneira ampla, *e-learning* é um ensino online, em rede, que acontece em um contexto formal e usa uma variedade de tecnologias multimídia" (p. 2, tradução nossa).

Assim, é possível notar que o *e-learning* é uma das maneiras que o ensino a distância toma forma, mas não a única, ou que a EaD pode fazer parte de um ensino flexível. Outro aspecto notável é a importância das tecnologias na EaD e no *e-learning*. Bates (2005) também afirma que, tanto a abertura, quanto a distância não são encontradas "puras": níveis mínimos de letramento são exigidos, por exemplo, e poucos estudantes realmente estudam em isolamento completo. Outro fator relevante, é a combinação que pode existir entre as diferentes características desses modelos, como Moran (2009) evidencia ao descrever o modelo WEB, uma aplicação da EaD no ensino superior brasileiro.

No modelo WEB, a internet é o principal suporte para o desenvolvimento do curso. Os cursos de curta duração podem ser totalmente online, mas os de graduação têm forte pressão pela escolha da categoria semipresencial. A internet é a principal fonte de material para os alunos, mas CD's e/ou DVD's também são utilizados na distribuição de material didático em algumas iniciativas. O suporte às atividades na internet é dado pelos ambientes de aprendizagem. Além das ferramentas oferecidas nesses ambientes, as webconferências são utilizadas para mediar interações entre alunos e professores: em orientações, solução de dúvidas e criação e manutenção de vínculos afetivos. Ainda existem cursos que tem uma abordagem virtual mais enfática e outros com características semipresenciais. Na abordagem com uso maior de mediação virtual, a orientação dos alunos é feita, majoritariamente, a distância, pela internet. Os estudantes se reportam aos professores e tutores de maneira online durante todo o semestre e

encontros presenciais são realizados apenas para a execução de avaliações, uma vez que não existem polos para o apoio semanal aos estudantes. Já nos cursos com características semipresenciais, os encontros presenciais são mais frequentes e os polos oferecem um suporte adicional àquele dado pelos tutores online. O suporte dos tutores nos polos presenciais se dá em diversas atividades, como tirando dúvidas dos alunos e supervisionando e auxiliando as tarefas em laboratórios de informática ou específicos ao curso (laboratórios de Química ou Física, por exemplo).

Portanto, em um dos modelos utilizados no Brasil são encontrados elementos do *e-learning* dentro de uma perspectiva à distância, mesclados com encontros presenciais, mostrando que existe uma combinação entre diferentes métodos de ensino e tecnologias e que as definições encontradas na literatura não são estáticas; existe uma versatilidade em suas aplicações. Isto levanta a questão sobre o que a literatura recomenda sobre os tipos de iniciativas, sua fundamentação, elaboração e aplicação, isto é, o que está sendo produzido nesse sentido.

Aretio (1999) diz que é importante levar em conta primeiramente as ferramentas interativas e a modalidade de comunicação que baseará o processo de ensino e aprendizagem, ou qual modalidade será privilegiada, para que, em função disso, o design instrutivo do curso em questão possa ser organizado e elaborado.

Bates (2005) chama atenção para o fato de que as novas tecnologias não são necessariamente melhores que as anteriores, são simplesmente diferentes e é preciso entender tais diferenças e, com isso, em quais circunstâncias elas podem ser usadas para obter um ensino e aprendizagem a distância efetivo. Em outras palavras, as escolhas não devem ser guiadas pela novidade da tecnologia, e sim pelas necessidades dos alunos e pelo contexto em que se está trabalhando. É preciso conhecer e entender as possibilidades e limitações educacionais das diversas ferramentas tecnológicas e o que é

preciso fazer para que seu uso aconteça de maneira efetiva (BATES, 2005). Essa observação é semelhante ao que Garrison e Anderson (2003) defendem: os educadores devem compreender as vantagens e limitações oferecidas pela tecnologia para que possam fazer escolhas racionais e não apenas "seguir o fluxo".

Ao tratar do ensino online, ou *e-learning*, Major (2015) afirma que carregamos crenças de como devemos ensinar e de como estimular a aprendizagem dos alunos e que ao executar a profissão, ao dar aulas, essas crenças são colocadas em prática. Entretanto ensinar online não muda apenas as circunstâncias, muda também os processos; logo, é necessário adequar a visão sobre como ensinar e fomentar atividades que propiciem o aprendizado dos alunos online e nessa adequação deve-se ter considerações pedagógicas sobre o que é a aprendizagem, seus objetivos, maneiras que ocorre e fatores que a influenciam (MAJOR, 2015). Como Bates (2005) também diz: deve-se levar em conta o que é considerada uma boa aprendizagem, um bom ensino, assim como os objetivos e propósitos da educação, pois existe uma ligação direta entre a tecnologia utilizada e as diferentes ideologias de ensino e aprendizagem.

Em relação às diferentes visões que podem existir sobre os processos de ensino e aprendizagem a distância, Almeida (2003) contribui com um levantamento do papel da internet no ensino superior a distância e baseando-se no trabalho de Prado e Valente (2002 apud ALMEIDA, 2003; SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009) destaca três abordagens o *Broadcast*, a Virtualização da Sala de Aula e o Estar Junto Virtual.

O *Broadcast* consiste na transmissão de informações via tecnologia digital (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009): o uso de vídeos pode ser usado como exemplo aqui. Informações são entregues para os alunos de maneira semelhante ao executado com as tecnologias tradicionais de comunicação, como o rádio ou a televisão (ALMEIDA, 2003). Portanto há pouca, ou nenhuma, interação entre professor e alunos, além do fato

de que as TIC's não são usadas com um potencial maior, ou seja, o de criar ambientes de aprendizagem interativos (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009).

É uma abordagem criticada na literatura devido a essa subutilização do potencial das TIC's, como Garrison e Anderson (2003) destacam ao dizer que o *e-learning* transforma a educação de várias maneiras além da entrega eficiente de informações ou do valor de entretenimento das aproximações tradicionais: o acesso à informação não é o problema hoje em dia, a sociedade tem um acesso a ela maior do que pode gerenciar, o que deve ser feito é oferecer maneiras mais efetivas de processar a informação, compreendê-la e recriá-la. Preocupação que também pode ser notada no livro de Aretio, Corbella e Figaredo (2007), quando dizem que a informação é necessária, mas são apenas dados que devem ser utilizados de maneira específica e é papel da educação fazer com que o aluno seja capaz de analisá-las criticamente e, dessa forma, "convertê-las" em conhecimento. Estes autores também afirmam que a educação não deve transmitir informações para os alunos, eles já têm demasiado acesso a elas, e sim fornecer maneiras para que os alunos possam consolidar destrezas e competências para acessá-las e, posteriormente, transformá-las em conhecimento, criação e inovação.

Essas características do *Broadcast* fizeram com que a EaD fosse qualificada como educação de baixo custo e de segunda qualidade (principalmente no Brasil): a simples transmissão de informações a uma grande massa de alunos (ALMEIDA, 2003), sem o suporte e apoio da equipe por trás do curso, faz com que o aluno sinta-se "sozinho" e pode ser o motivo dos altos índices de evasão nesses cursos (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Aretio (1999) também diz que "a necessidade de se relacionar com outros se converte às vezes em um determinante para alcançar os resultados da aprendizagem" (p. 36, tradução nossa) e este é um dos desafios da EaD: sem o contato presencial, manter um sistema eficaz de comunicação a distância.

Buscando uma interação maior e, conseqüentemente, uma utilização mais efetiva das TIC's, tem-se a Virtualização da Sala de Aula, em que os recursos da tecnologia digital são usados da mesma maneira que na sala de aula presencial (ALMEIDA, 2003). Acontece o compartilhamento de tempo entre alunos e professor em atividades síncronas mediadas pelas TIC's. Schlünzen Junior (2009) dá os exemplos das videoconferências e teleconferências. Na Virtualização da Sala de Aula, há uma interação maior entre professor e alunos e a comunicação bidirecional é fomentada nessa abordagem (ALMEIDA, 2003).

Já o Estar Junto Virtual é caracterizado pela forte exploração dos recursos interativos proporcionados pelas TIC's (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009), aproximando os emissores dos receptores dos cursos, o que permite a criação de condições de aprendizagem e colaboração (ALMEIDA, 2003). O caráter multidimensional das tecnologias é explorado nessa abordagem (ALMEIDA, 2003), portanto diversos recursos são utilizados, como televisão, ambientes virtuais de aprendizagem, vídeo e teleconferências, materiais impressos, internet, entre outras mídias digitais (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009).

Esse caráter multidimensional é impulsionado pela integração de várias ferramentas de interação que, na EaD, originou os ambientes virtuais de aprendizagem, ou AVA's (ALMEIDA, 2003; GABARDO; QUEVEDO; ULBRICHT, 2010), também conhecidos como plataformas de EaD (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Estes ambientes são sistemas computacionais que dão suporte às atividades mediadas pelas TIC's e permitem integrar diversas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre sujeitos e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções, com o intuito de atingir determinados objetivos (ALMEIDA, 2003). Em outras palavras, AVA's são softwares com a função de

organizar a informação e as atividades que serão desenvolvidas, além de oferecer recursos de comunicação e interação. Dentre as ferramentas que podem ser encontradas na integração feita pelos ambientes virtuais tem-se: correio (e-mail), fóruns de discussão, bate-papo, local para publicação de materiais (tanto do professor, quanto do aluno), avisos e comunicados, conferências, banco de recursos (materiais), entre outras (ALMEIDA, 2003; SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Exemplos de ambientes virtuais de aprendizagem são o Moodle, TelEduc, E-Proinfo, Tidia-AE, AulaNet, Amadeus, Eureka, Blackboard, WebCT e Learning Space. Os AVA's possibilitam uma interação muito mais eficiente entre professores e alunos, graças à diversidade de ferramentas integradas, além da organização das atividades didáticas.

Nesse sentido os AVA's são ferramentas que possibilitam a efetivação do Estar Junto Virtual que, por sua vez, vem ao encontro do recomendado por alguns trabalhos na literatura, como o de Garrison e Anderson (2003) que afirma que não é apenas o conteúdo de uma experiência educacional que define a qualidade do aprendizado, mas o contexto - como os professores elaboram a experiência e as interações que guiam o processo educacional. Uma qualidade nesse sentido deve incluir uma integração dinâmica entre o conteúdo e o contexto criado e facilitado por docentes especialistas na disciplina e com competência pedagógica, entretanto, a capacidade da internet de fornecer informações tem, muitas vezes, ofuscado as preocupações sobre o contexto e a pedagogia (GARRISON; ANDERSON, 2003). O livro de Aretio, Corbella e Figaredo (2007) é outra obra que trás considerações nessa direção, ao dizer que o que define essa forma de aprender e ensinar sem limitações de espaço e tempo é a metodologia aplicada para promover uma aprendizagem de qualidade, uma vez que há o acesso garantido ao conhecimento 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Portanto, o Estar Junto Virtual tem as características consideradas importantes segundo os estudos da área. Nele, a simples transmissão de informações e/ou conhecimentos é substituída por uma visão mais crítica dos alunos, juntamente com uma colaboração entre os participantes, como é abordado por Rosenberg (2008 apud GABARDO; QUEVEDO; ULBRICHT, 2010) ao dizer que a web 2.0 representa uma nova geração de estratégias de ensino: alunos se tornam professores, professores se tornam facilitadores e todos se tornam contribuidores do conhecimento e consumidores dele. Nessa mesma direção, Schlünzen Junior (2009) afirma que a criação de ambientes de aprendizagem interativos com o uso das tecnologias é o maior potencial das TIC's no ensino. Tais indicações resumem a ideia da aprendizagem colaborativa, em que todos os participantes (professores e alunos) são contribuidores ativos no conhecimento e crescimento do grupo como um todo.

Essa mudança na visão epistemológica discutida é derivada da própria inserção das tecnologias no ensino:

Cada tecnologia, ou suas combinações, configura coordenadas próprias que não afetam somente onde e quando se realiza a aprendizagem, afetam a todos os elementos do sistema de ensino: organização, aluno, currículo, professor... Os novos sistemas de ensino configurados ao redor das telecomunicações e das tecnologias interativas requerem uma redefinição dos modelos tradicionais para conduzir a tipos de processos de ensino e aprendizagem mais flexíveis. Estamos vendo desenvolver-se novos sistemas que pretendem explorar adequadamente as potencialidades comunicativas das TIC's, tanto no caso de aplicações em tempo real, como nos sistemas assíncronos e de hipermídia distribuída. (SALINAS, 2004, p. 169 apud ARETIO; CORBELLA; FIGAREDO, 2007, p. 23, tradução nossa).

Mudanças que, por sua vez, também demandam uma alteração da pedagogia por parte dos educadores, incluindo seus conhecimentos sobre a tecnologia que será

utilizada (ARETIO; CORBELLA; FIGAREDO, 2007; GARRISON; ANDERSON, 2003; MAJOR, 2015).

Com relação à postura dos professores na aprendizagem colaborativa, a literatura recomenda que os professores devam, além de conhecer o conteúdo, fomentar a participação reflexiva dos estudantes, propor atividades que possibilitem um trabalho colaborativo e investigativo, fornecer fontes de informação, explorar os diferentes contextos dos alunos e mediar o processo de aprendizagem (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Além disso, nos ambientes virtuais de aprendizagem, os docentes têm a função de:

[...] organizar situações de aprendizagem, planejar e propor atividades; disponibilizar materiais de apoio com o uso de múltiplas mídias e linguagens; [...] atue como mediador e orientador do aluno, procurando identificar suas representações de pensamento; fornecer informações relevantes, incentivar a busca de distintas fontes de informações e a realização de experimentações; provocar a reflexão sobre processos e produtos; favorecer a formalização de conceitos; propiciar a interaprendizagem e a aprendizagem significativa do aluno. (ALMEIDA, 2003, p. 334-335)

Outro ponto importante é o acolhimento dos estudantes, no qual a compreensão de seus contextos pessoais e criação e manutenção de ligações afetivas entre os participantes é de grande ajuda (ALMEIDA, 2003; SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Esse obstáculo pode ser enfrentado com as ferramentas interativas disponibilizadas pelas TIC's, até mesmo sendo capaz de criar ricas comunidades de questionamento, que buscam conhecimento em certa área (GARRISON; ANDERSON, 2003). Mas deve-se ter sempre em mente que cada recurso mediador empregado contém características estruturais específicas e níveis de diálogo possíveis de acordo com a natureza do próprio recurso, o que pode aproximar ou distanciar o professor dos alunos (ALMEIDA, 2003),

ou como diz Major (2015): a tecnologia altera os produtos obtidos, o meio faz parte da mensagem; um pintor que usa um pincel terá uma obra diferente do que se usasse um lápis, da mesma forma, um educador que use o Blackboard terá um resultado diferente do que se usasse mídias sociais.

Entretanto, não pode-se esperar que os alunos sejam colocados em ambientes virtuais e a interação simplesmente aconteça, o docente deve trabalhar na criação de um ambiente que favoreça a aprendizagem dos estudantes, deve acompanhar o desenvolvimento do aluno no curso, orientá-lo, provocá-lo a refletir sobre o que está fazendo, compreender seus equívocos e analisar suas produções (ALMEIDA, 2003). Isto é, deve criar e moldar um ambiente de contínua aprendizagem, gerando condições sociais e cognitivas que permitirão e encorajarão os discentes a aprender de maneira significativa e assim, a atuação do docente vai além da simples apresentação para a aplicação de métodos facilitadores (GARRISON; ANDERSON, 2003). Tudo isso sem se impor demais, evitando uma dependência do aluno para com o professor, pois é de suma importância na EaD a administração do tempo pelo estudante e o desenvolvimento de sua autonomia para realizar as atividades (ALMEIDA, 2003).

A responsabilidade, contudo, não é única e exclusivamente dos docentes: o aluno deve ser um participante ativo nos ambientes de aprendizagem, um pesquisador autônomo, porém com capacidade de trabalhar em equipe, explorador das potencialidades interativas, deve buscar informações em diferentes fontes (que podem ir além daquelas fornecidas pelo professor) e estabelecer conexões para a realização de trabalhos colaborativos, por exemplo (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). O estudante também tem que desenvolver um pensamento crítico e uma aprendizagem auto-dirigida e, neste desenvolvimento, é essencial a inclusão de estratégias de gerenciamento, tanto cognitivas, quanto técnicas, para que o *e-learning* não seja apenas uma ampliação de

práticas de assimilação da informação (GARRISON; ANDERSON, 2003). Logo, fica evidente a importância da autonomia e determinação dos alunos para que resultados satisfatórios sejam alcançados em cursos a distância, devido à sua flexibilidade espacial e temporal (MORAN, 2009).

Portanto o enfoque recomendado é aquele que conta com a presença de uma abordagem interativa reflexiva, com o acompanhamento das interações dos estudantes e da forma que eles estão utilizando os meios interativos proporcionados e propondo atividades que o auxiliem a atribuir significados ao que está sendo desenvolvido (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Essa reflexão inclui a avaliação crítica sobre as informações que são acessadas, juntamente com uma interação entre os diferentes sujeitos envolvidos no processo, buscando um crescimento e enriquecimento de todo o grupo. Um bom exemplo da relevância da interação nessa abordagem é dado por Coelho e Marcos (2010) que, ao analisar a influência da adição de fórum e *wiki* centrais em uma disciplina de Arquitetura de Computadores do curso de Informática da Universidade Aberta de Portugal, constataram que os alunos que mais interagiram com as ferramentas oferecidas foram os que conseguiram aprovação com conceitos mais altos na disciplina.

O enfoque que contempla a interação juntamente com a reflexão permite uma formação mais consciente por parte dos alunos, uma vez que eles podem refletir durante sua prática (reflexão na ação), relatar os efeitos de sua ação (reflexão sobre a ação) com as ferramentas disponíveis, receber feedback do professor e dos outros estudantes, além de também poder buscar novos referenciais teóricos para basear sua(s) próxima(s) ação(ões) (reflexão sobre a reflexão na ação) (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Tudo isso é possível devido ao acesso às informações trocadas entre os participantes e às atividades realizadas pelos alunos, uma característica inerente às TIC's, que permitem

armazenar, transmitir e reelaborar dados e informações, resultando em acesso a todo momento, por vários indivíduos (ARETIO; CORBELLA; FIGAREDO, 2007).

Além da reflexão propiciada, os registros dos percursos de interação e desenvolvimento das atividades dos estudantes também é interessante na avaliação dos cursistas, pois é possível acompanhar os alunos em vários momentos do processo e assim "levar em conta o processo em construção e não apenas o seu produto acabado, quando já não há possibilidade de interferências e da busca de alternativas àquela aprendizagem" (REZENDE, 2004 apud SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009, p.32). Como ferramentas que podem ter parte neste propósito destacam-se: diários de bordo, portfólios, atividades e trabalhos enviados e frequência de uso e participação com as ferramentas de interação como fóruns, bate-papos e e-mail. Assim os registros derivados desses recursos se configuram como oportunidades de avaliar o procedimento de formação como um contínuo no decorrer do curso (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009), um processo avaliativo mais eficiente do que aqueles encontrados no ensino presencial (ALMEIDA, 2003).

A discussão sobre o *e-learning*, EaD e TIC's no ensino ainda não levantou, até o momento, a questão sobre a capacidade de uso destas tecnologias por professores e estudantes. Wenger (2008 apud GABARDO; QUEVEDO; ULBRICHT, 2010) diz que a plataforma utilizada não deve ser um obstáculo para o ensino, a tecnologia deve ajudar a comunidade a entender como pode interagir e estudar coletivamente. Com esta preocupação em mente, existem cursos desenhados para a familiarização dos alunos com o AVA utilizado (COELHO; MARCOS, 2010) e é necessária a formação de professores capacitados a trabalhar com estas tecnologias (BELLONI, 2002 apud GABARDO; QUEVEDO; ULBRICHT, 2010; MAJOR, 2015), pois, como já citado, seu uso implica transformações em diversos elementos do processo de ensino e

aprendizagem. Este aspecto da formação de docentes aptos a atuar nesses cenários trás à tona considerações sobre a equipe que está por trás de iniciativas com este cunho.

Para a criação e gestão dos cursos, que incluem a adequação do material pedagógico e metodológico (ARETIO, 1999) às características e contexto em questão, além da gestão do software utilizado, é preciso reunir diferentes profissionais como roteiristas, designers para ambientes digitais, profissionais da área da TV, ilustradores, redatores, entre outros, que devem estar aliados à uma equipe multidisciplinar de pedagogos, ou seja, deve ser montado um núcleo de suporte aos cursos a distância e de formação de recursos humanos capazes de trabalhar com essa modalidade (ALMEIDA, 2003; SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Portanto, não é só o professor o responsável; mais do que ele, na EaD é a instituição por trás do curso que elabora, produz e distribui material didático, desenvolve e acompanha o processo de aprendizagem dos indivíduos e, neste processo, a instituição deve prever a aprendizagem flexível do estudante (ARETIO, 1999). Flexibilidade permitida pelos meios usados na comunicação entre alunos e instituição (aqui sim, professores e/ou tutores). Aretio (1999) diz que a equipe, com seus diferentes especialistas deve dividir o trabalho e apresenta a seguinte distribuição de funções:

- especialistas nos conteúdos da disciplina ou curso em questão;
- especialistas na produção de materiais didáticos: profissionais da educação com habilidades na elaboração e estruturação de materiais didáticos, editores, designers gráficos, especialistas em comunicação e seus meios técnicos, etc.;
- responsáveis por guiar a aprendizagem dos alunos, planificar e coordenar as diferentes ações docentes (a distância e presenciais), integrar os distintos materiais, projetar o nível de exigência e atividades didáticas buscando superar o nível de resultados esperados;

- tutores, conselheiros e assessores que motivam a aprendizagem e esclarecem e resolvem as dúvidas e problemas que surgem nos estudos dos alunos, podendo até mesmo avaliá-los.

Apesar dessa divisão de funções, Aretio (1999) deixa claro que são encontrados casos em que as três primeiras funções são executadas pela mesma pessoa, ou que, devido à organização da instituição responsável, as duas últimas funções são realizadas pelo mesmo sujeito. É interessante notar que o autor também diz que existem responsáveis por planificar e coordenar as ações docentes presenciais e a distância, o que novamente mostra a variedade de ferramentas e abordagens que podem ser usadas nesses cursos e iniciativas, uma observação recorrente na literatura.

De acordo com Almeida (2003), por exemplo, estudiosos da EaD indicam o *blended learning* como potencial dessa modalidade de ensino. O *blended learning* assume a integração de diversas metodologias de aprendizagem e diferentes tecnologias para atender as necessidades em questão e maximizar o aproveitamento dos cursos, isto é:

[...] pode englobar auto-formação assíncronas, interações síncronas em ambientes virtuais, encontros ou aulas e conferências presenciais, outras dinâmicas usuais de aprendizagem e diversos meios de suporte à formação, tanto digitais como outros mais convencionais. (ALMEIDA, 2003, p. 333)

Aretio (1999) também chama a atenção para este fato, dizendo que é essencial a integração entre os meios utilizados, com cada recurso cumprindo sua função no momento adequado do processo de ensino e aprendizagem, sempre formando uma unidade com os outros meios. Já Bates (2005) afirma que os avanços recentes na tecnologia têm deixado cada vez mais difícil fazer a distinção entre educação convencional e a distância e que iniciativas que as combinem podem ser realizadas.

Essa integração, como já dito, exige uma equipe de profissionais especializados e qualificados e a reunião de um grupo como esse é um processo que pode encarecer a EaD, porém é importante: uma vez que a qualidade de um curso a distância está ligada à seriedade e coerência de seu projeto pedagógico, qualidade dos gestores, educadores e tutores (MORAN, 2009).

E quando o lado financeiro entra no quadro analisado, um cuidado extra deve ser tomado, pois existem instituições que só desejam o crescimento financeiro e acabam oferecendo cursos com baixa qualidade, explicitando um descompromisso com a EaD (MORAN, 2009). A atuação de instituições que têm o principal foco no âmbito financeiro, sem preocupação com a qualidade pedagógica de seus cursos e que consideram a EaD como mera transposição do presencial para o virtual, é uma das principais razões usadas pelos críticos dessa modalidade para invalidá-la (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Porém é necessário lembrar que existe a tensão entre os lados econômico e pedagógico na educação como um todo, e não somente na EaD. Nesse sentido, as palavras de Moran devem ser levadas em consideração:

É importante estarmos atentos como educadores e como sociedade a reequilibrar a educação como direito e como negócio, a buscar inovações na gestão, mas com foco na aprendizagem significativa, humanística, afetiva e com valores sólidos. Temos que inovar, avançar, criar uma educação mais próxima do aluno de hoje e das possibilidades de uma sociedade conectada, mantendo os valores humanos, afetivos e éticos cada vez mais vivos e predominantes. Podem conviver a educação como direito e como negócio, de forma equilibrada. Mas é bom estarmos atentos como sociedade a que a racionalidade administrativa não se sobreponha à pedagógica. (MORAN, 2009, p. 65)

Assim é fundamental que exista uma análise, acompanhamento e avaliação das iniciativas em EaD, para que possam ser identificados e separados os comprometidos

com a educação daqueles que só buscam lucro financeiro (MORAN, 2009), uma aproximação igualmente válida para o ensino presencial. Nesse processo de análise, acompanhamento e avaliação é importante o investimento em pesquisas e desenvolvimento de linguagens e recursos para as mídias emergentes, um papel importante que as universidades têm (não sendo o único) como centros geradores de conhecimentos, pois significativas transformações só serão alcançadas após a compreensão de que as tecnologias influenciam e são catalisadoras de mudanças em várias esferas: práticas pedagógicas, currículo, avaliação, papel de alunos e professores e no próprio uso das tecnologias (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Da mesma maneira é importante pensar na formação dos professores, principalmente em mudanças na sua formação inicial, para que um efeito cascata seja criado, com repercussão em todos os níveis de ensino (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009).

1.1. Breve histórico da EaD no ensino superior no Brasil

No final da década de 1970, a Universidade de Brasília (UnB) investiu em iniciativas a distância, influenciada pelo sucesso da Open University, da Inglaterra, e este projeto é considerado o embrião da EaD no ensino superior no Brasil (VILARINHO; PAULINO, 2010). No entanto, sua expansão veio acontecer apenas na década de 1990, quando diversas universidades, em sua maioria públicas, começaram a constituir setores com o objetivo de criar, coordenar, oferecer e monitorar cursos a distância. Tais setores receberam diferentes nomes: núcleos, secretarias, coordenações, departamentos ou centros e, de um modo geral, tornaram-se próximas de órgãos centrais da administração universitária, como reitorias e pró-reitorias (VILARINHO; PAULINO, 2010).

Com o objetivo de interiorizar ainda mais a educação, isto é, expandir a oferta de educação a locais distantes de centros educacionais, consórcios começaram a ser firmados entre as universidades e prefeituras municipais para a oferta de cursos de graduação a distância. Um dos pioneiros nessa iniciativa conjunta é o CEDERJ - Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro - que foi criado em 2000 e envolve sete instituições públicas do estado carioca: o Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), a Universidade Federal Fluminense (UFF), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) (FUNDAÇÃO CECIERJ/CONSÓRCIO CEDERJ, 2015).

Este crescimento observado na década de 1990 fez com que o governo federal criasse a SEED - Secretaria de Educação a Distância em 1996 (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009), órgão vinculado ao Ministério da Educação e Cultura (MEC) e responsável por acompanhar os cursos de graduação a distância. As ações e projetos da SEED marcaram o incentivo ao uso das tecnologias na educação, principalmente na formação de professores e no desenvolvimento da educação a distância no país (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). Esse apoio foi ainda maior após o Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005, que regulamentou o artigo 80 da Lei nº 9.394, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, contribuiu para o desenvolvimento da EaD em todos os níveis e modalidades de ensino e foi um marco na regulamentação do MEC sobre o que é válido ou não nesses cursos (MORAN, 2009), pois define critérios para credenciamento de instituições que possam oferecer cursos a distância, assim como os parâmetros para tais cursos (BRASIL, 2005; SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009).

Esse Decreto ajudou a consolidar e expandir os consórcios, como o já citado CEDERJ e a UNIVESP (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009), uma rede composta por 5 instituições: a Universidade Estadual Paulista (Unesp), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o Centro Paula Souza e a Fundação Padre Anchieta (VILARINHO; PAULINO, 2010).

Recebe destaque especial outro fruto deste Decreto: a criação, ainda em 2005, da Universidade Aberta do Brasil (UAB), que veio a ser instituída em 2006 pelo Decreto nº 5.800 (BRASIL, 2006). A UAB é o sistema que integra as universidades públicas de todas as regiões brasileiras que oferecem cursos a distância, ou seja, funciona como uma articuladora entre as universidades e as prefeituras, constituindo um consórcio em escala federal. Os municípios comprovam a necessidade de cursos e o oferecimento de polos presenciais para dá-los suporte e as universidades credenciadas são responsáveis pelos projetos que atendam esta demanda (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009). As informações do site da UAB, indicam que existem 104 instituições (CAPES, 2010a) e 652 polos credenciados ao sistema (CAPES, 2010b).

O modelo WEB, previamente apresentado, em que os recursos da internet são utilizados juntamente a um suporte maior de polos presenciais, isto é, com características semipresenciais, em que diversos recursos e abordagens são integrados, buscando uma interação maior entre os diferentes sujeitos envolvidos no processo, é o mais utilizado nos consórcios supracitados (MORAN, 2009).

Entretanto, as ações e projetos da SEED terminaram com o Decreto nº 7.480, de 16 de maio de 2011, que mais tarde foi revogado pelo Decreto nº 7.690, de 2 de março de 2012, que a extinguiu e criou sua substituta, a SERES - Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior (BRASIL, 2011). A SERES também absorveu competências da SESu - Secretaria de Educação Superior - e da SETEC - Secretaria de

Educação Profissional e Tecnológica (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2013), mas não há como negar a influência das ações da SEED na EaD no Brasil, especialmente com relação ao ensino superior e à formação de professores, um ponto importante a ser levantado aqui.

A literatura mostra que grande parte das iniciativas a distância em nosso país estão voltadas para a formação de professores, tanto inicial, quanto continuada (ALMEIDA, 2003; MORAN, 2009; SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009), incluindo também boa parcela das ações da UAB (RIBEIRO et al, 2013). Vilarinho e Paulino (2010) relacionam esse alto número de iniciativas com foco na formação docente com o déficit que há na classe, principalmente de professores de língua portuguesa e de ciências (Física, Química, Biologia e Matemática), e dizem que essa falta de profissionais é refletida no baixo desempenho que os alunos brasileiros apresentam nas avaliações do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa) e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Dessa forma, a EaD foi uma alternativa explorada com vistas a diminuir esse déficit, promovendo a interiorização da educação, fortalecendo as escolas nas áreas mais carentes e distantes dos grandes centros geradores de conhecimentos.

1.2. O NEaD da Unesp e o Adobe Connect

Nas duas seções anteriores é possível notar a importância das tecnologias no ensino e a maneira como ela influencia nesse ambiente, além do uso da EaD na formação de professores em nosso país. Nesse sentido, tem relevância especial o contato dos licenciandos com estas tecnologias e seus impactos no ensino e a Unesp se configura como um ambiente propício para este objetivo, pois apresenta diversos cursos de

licenciatura em sua estrutura com unidades em diferentes cidades do estado de São Paulo, além de ter a Sala Virtual, seu projeto de *e-learning* que utiliza o Adobe Connect® para mediar as atividades a distância. Nesta seção, aspectos sobre o NEaD da Unesp e o software usado na atividade a distância serão apresentados.

O apoio governamental e o crescimento de iniciativas de educação a distância em nosso país, conforme descrito na seção anterior, incentivaram a criação do NEaD da Unesp, ou Núcleo de Educação a Distância, o setor responsável por organizar, administrar, implementar e avaliar os projetos educacionais na Unesp que envolvem a utilização de tecnologias no ensino, independente de sua forma: cursos de extensão, graduação ou pós-graduação (UNESP, 2013). Semelhante às secretarias, núcleos, diretorias e centros voltados para a EaD de outras universidades, o NEaD também está vinculado à reitoria da Unesp. Este Núcleo, reconhecendo a importância de uma equipe estruturada e interdisciplinar, é formado por quatro grupos especializados: o de Conteúdo Pedagógico e Metodologia, o de Tecnologia e Infraestrutura, o de Produção, Veiculação e Gestão de Material e o de Capacitação Docente e Técnica (UNESP, 2013). Essas observações mostram o compromisso do NEaD com uma educação de qualidade, contribuindo na manutenção da credibilidade e qualidade da Universidade.

A Sala Virtual é um dos projetos vinculados ao NEaD que permite a realização de atividades a distância, como reuniões, encontros, conferências e treinamentos entre docentes, discentes e servidores da Unesp (UNESP, 2014). Utiliza o Adobe Connect® como mediador das atividades; um software que contém várias ferramentas voltadas para a interação a distância. Apesar de o Connect® não ter sido criado especificamente para ser usado no ensino - a mediação de reuniões e conferências empresariais a distância e o suporte a negociações eram os focos iniciais deste programa - seu potencial para a educação não passou despercebido e atualmente uma das páginas do software na

web retrata esse uso e suas vantagens (ADOBE SYSTEMS INCORPORATED, 2015). Além disso, é possível encontrar na literatura estudos que abordam o impacto desse software nas iniciativas educacionais: como exemplos podem ser citados Wang e colaboradores (2013), que analisaram o ensino de língua estrangeira usando o Connect® como meio de interação entre estudantes e professores de diferentes países e Falloon (2011), que aplicou o programa em aulas de pós-graduação a distância.

Antes de entrar em detalhes sobre as ferramentas interativas que o Adobe Connect® oferece, um aspecto que merece destaque nesse software é a possibilidade de administração das atividades como um todo, desde a definição dos currículos que serão adotados em um curso, o número máximo de tentativas que cada aluno tem para completar uma atividade específica, marcadores que permitem a retomada das atividades pelos estudantes em pontos específicos do currículo e a liberação de certas áreas do software somente em horários pré-definidos, até a elaboração de relatórios que permitem o acompanhamento da utilização de ferramentas ou áreas específicas do programa pelos usuários. Isto permite a construção de programas de ensino com um cunho pedagógico mais aprofundado, evitando a simples transmissão de conteúdo.

Os requisitos necessários para a utilização do software são simples: o computador deve ter conexão à internet e navegador com a última versão do Adobe Flash Player® instalado. *Headset*, fones de ouvido, microfone ou *webcam* são desejáveis, porém o fato de não possuir esses periféricos, não impossibilita a participação nas atividades. Outra facilidade do programa é a possibilidade de uso em dispositivos móveis, como *tablets* ou *smartphones*, sendo preciso apenas realizar o download do aplicativo do Adobe Connect® no dispositivo a ser utilizado.

Dentre as opções do Connect®, as Reuniões foram utilizadas neste trabalho, que dividem-se em 3 *layouts* básicos: Compartilhando, Discussão e Colaboração, nos quais

encontram-se as ferramentas de interação. Estas ferramentas apresentam facilidade em seu manuseio, sendo necessários apenas alguns cliques na tela, ou escolha de opções em uma lista para seu uso, sendo que o acesso a certos meios de interação responde a permissões ligadas a um sistema hierárquico que o programa tem, isto é, não são todos os participantes que podem usar todas as ferramentas a todo momento. Na hierarquia do programa, os participantes de uma reunião podem ser divididos em três classes¹: "hosts", "apresentadores" e "participantes". Os "hosts" são os responsáveis por criar a reunião e agendar o horário que ela estará aberta para os indivíduos que participarão da atividade programada. Segundo as normas do NEaD, apenas professores vinculados a uma das unidades da Unesp podem solicitar uma conta na área administrativa e assim criar uma reunião no Connect®. Os "hosts" têm acesso a todas as ferramentas e podem trocar a classe dos demais membros da reunião, fazendo com que um "participante" torne-se um "apresentador", por exemplo. É a única classe capaz de alternar entre os *layouts* disponíveis e realizar alterações neles, como aumentar ou diminuir certa área, incluir ou excluir ferramentas e personalizar *layouts* extras com ferramentas específicas. As ferramentas que os "apresentadores" e "participantes" podem usar e as permissões que possuem serão apresentadas junto à descrição sobre os *layouts* e suas ferramentas, feita a seguir.

1.2.1. Compartilhando

O *layout* de Compartilhando é a tela inicial da área de reuniões do Connect® e a visão que o "host" tem dele é mostrada na Figura 1.

¹ Para melhor condução da apresentação do software utilizado, a referência às classes hierárquicas será sempre feita com o uso de aspas. Assim "participantes" refere-se aos indivíduos dessa classe específica, ao passo que participantes, a todos os indivíduos da atividade.

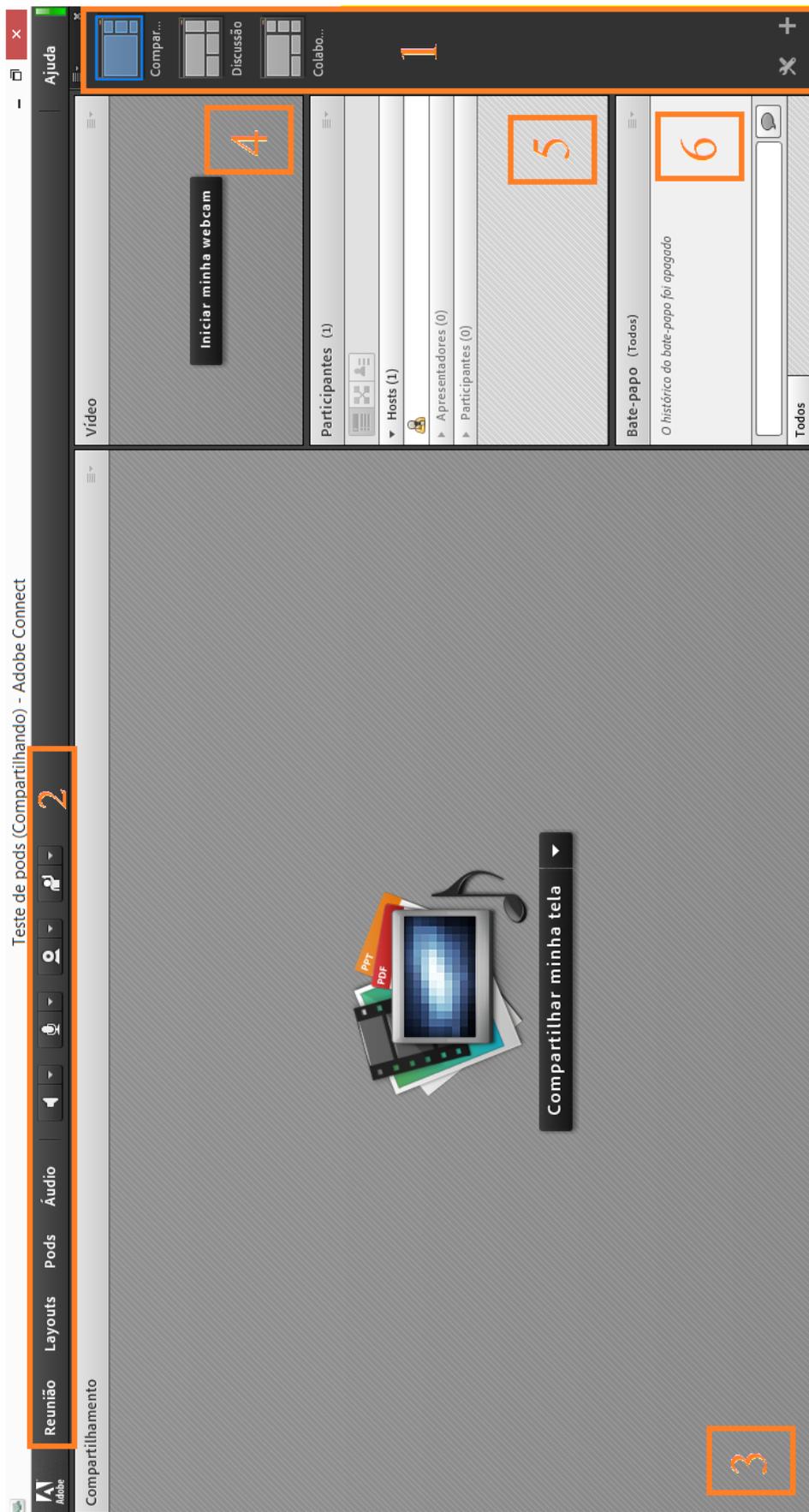


Figura 1. Layout Compartilhando do Adobe Connect. Fonte: elaboração do autor.

O destaque 1 da Figura 1 mostra os *layouts* disponíveis na reunião e permite a alternância entre eles, sendo que o *layout* ativo no momento estará sempre com a cor azul. Na região inferior desta área é possível ver os botões para a alteração dos *pods*², personalização do *layout* e adição de novos *layouts*. Logo acima desta área está localizado o menu de ajuda. As funções e ferramentas do destaque 1 só são acessíveis para "*hosts*", ao passo que todas as classes possuem o menu de ajuda.

O destaque 2 é o menu da reunião em que detalhes técnicos podem ser ajustados (como as configurações relacionadas ao áudio), a configuração dos *layouts* e seus *pods* pode ser realizada e opções para o andamento da reunião são oferecidas. Os quatro botões à direita nesta área são utilizados para ativar ou desativar funções do usuário. O primeiro é relacionado aos alto-falantes, ou fones de ouvidos, isto é, esse botão é utilizado para ativar ou desativar o recebimento de áudio do usuário. O segundo botão é usado para o microfone do indivíduo e ativar o envio de áudio para os demais sujeitos. O terceiro é relacionado à ativação da *webcam* para o envio de imagens para os outros usuários. E o quarto é a ferramenta de *status*, com a qual o usuário escolhe um ícone emotivo (*emoticon*) em uma lista e, ao usá-lo, o ícone aparece junto a seu nome no *pod* participantes (*pod* destacado pelo número 5 na Figura 1). Para os "apresentadores", os menus de *layouts*, *pods* e áudio não estão disponíveis. Já os "participantes" possuem apenas o menu de reunião e o primeiro e quarto botões relacionados ao recebimento de áudio e à ferramenta *status*.

A área 3 é o *pod* de compartilhamento no qual o "*host*" ou o "apresentador" podem compartilhar apresentações em slides ou pdf, a tela de seu computador ou um quadro branco. As três opções de compartilhamento permitem que uma série de ferramentas seja utilizada no material apresentado: como setas para indicar aspectos específicos,

² Ferramentas no centro da tela, destacadas na Figura 1 pelos números de 3 a 6.

inserção de caixas de texto ou formas geométricas e caneta para traçar um risco por onde o mouse é arrastado. Os "participantes" não podem utilizar as ferramentas deste *pod*, podem apenas assistir à sua apresentação.

A área 4 destaca o *pod* de vídeo e nele o "host" ou "apresentador" podem enviar imagens em tempo real para os outros indivíduos conectados à reunião com o uso de uma *webcam*. Novamente, os "participantes" não têm permissão para utilizar este *pod*, somente podem assistir às imagens enviadas por sujeitos das outras classes.

O *pod* participantes, destacado na área 5, mostra os participantes da reunião, quais são suas classes na hierarquia do programa e seus possíveis *status* (definidos com a ferramenta *status*, destacada na área 2). Também é possível visualizar os participantes divididos por seus *status* e o "host" pode separar os usuários em grupos de discussão, o que novamente muda a visualização dos participantes conectados. Tanto os "apresentadores", quanto os "participantes" têm permissão para visualizar os usuários divididos por classes ou *status*, porém não podem separá-los em grupos.

O último destaque da Figura 1, a área 6, é o *pod* de bate-papo que é utilizado para a troca de mensagens escritas pelos indivíduos e permite que os usuários configurem o tamanho e a cor da fonte segundo sua preferência. Uma funcionalidade interessante desse *pod* para o registro de dados das reuniões é a possibilidade que o "host" tem de enviar o histórico do bate-papo para seu próprio e-mail. Todas as classes de participantes têm acesso a essa ferramenta.

1.2.2. Discussão

A Figura 2 apresenta o *layout* de Discussão do Connect®, sob o ponto de vista do "host".

Neste *layout*, as áreas 1 e 2 continuam presentes quando comparado com o anterior, assim como as áreas destacadas pelos números 4, 5 e 6: *pods* de vídeo, participantes e bate-papo, respectivamente. Os três *pods* citados estão com tamanhos diferentes daqueles encontrados no *layout* Compartilhando, apesar disso, suas funções continuam as mesmas, incluindo as permissões e restrições de uso para cada classe.

As novidades da Figura 2 estão nas áreas 7 e 8. O *pod* da área 7 é o *pod* de pesquisa, ferramenta que possibilita a criação de perguntas pelo "host" ou "apresentador". As perguntas podem ser de três tipos: múltipla escolha, em que apenas uma das opções fornecidas pode ser assinalada; múltiplas respostas, em que uma ou mais das opções de respostas podem ser assinaladas; e resposta curta, na qual a resposta deve ser digitada pelos participantes. É possível acompanhar o envio de respostas em tempo real, incluindo alterações que podem ser feitas pelos usuários. As respostas podem ser transmitidas para todos os participantes, se assim for desejado; caso contrário, apenas os "hosts" e "apresentadores" têm acesso à elas. Este *pod* também permite a visualização de quem deu qual resposta e apresenta as porcentagens para cada resposta assinalada nas questões com alternativas. Os "participantes" não podem criar perguntas, ou visualizar as respostas nesse *pod*.

A área 8 destaca o *pod* de notas da discussão, um local em que é possível escrever notas de qualquer natureza e oferece opções para configurá-las, como mudar a cor e o tamanho da fonte, colocar marcadores para a confecção de uma lista ou sublinhar determinado ponto do texto, destacando-o. Estas notas podem ser exportadas de duas maneiras: salvas como arquivos no formato *.rtf* ou enviadas para o e-mail do "host" da

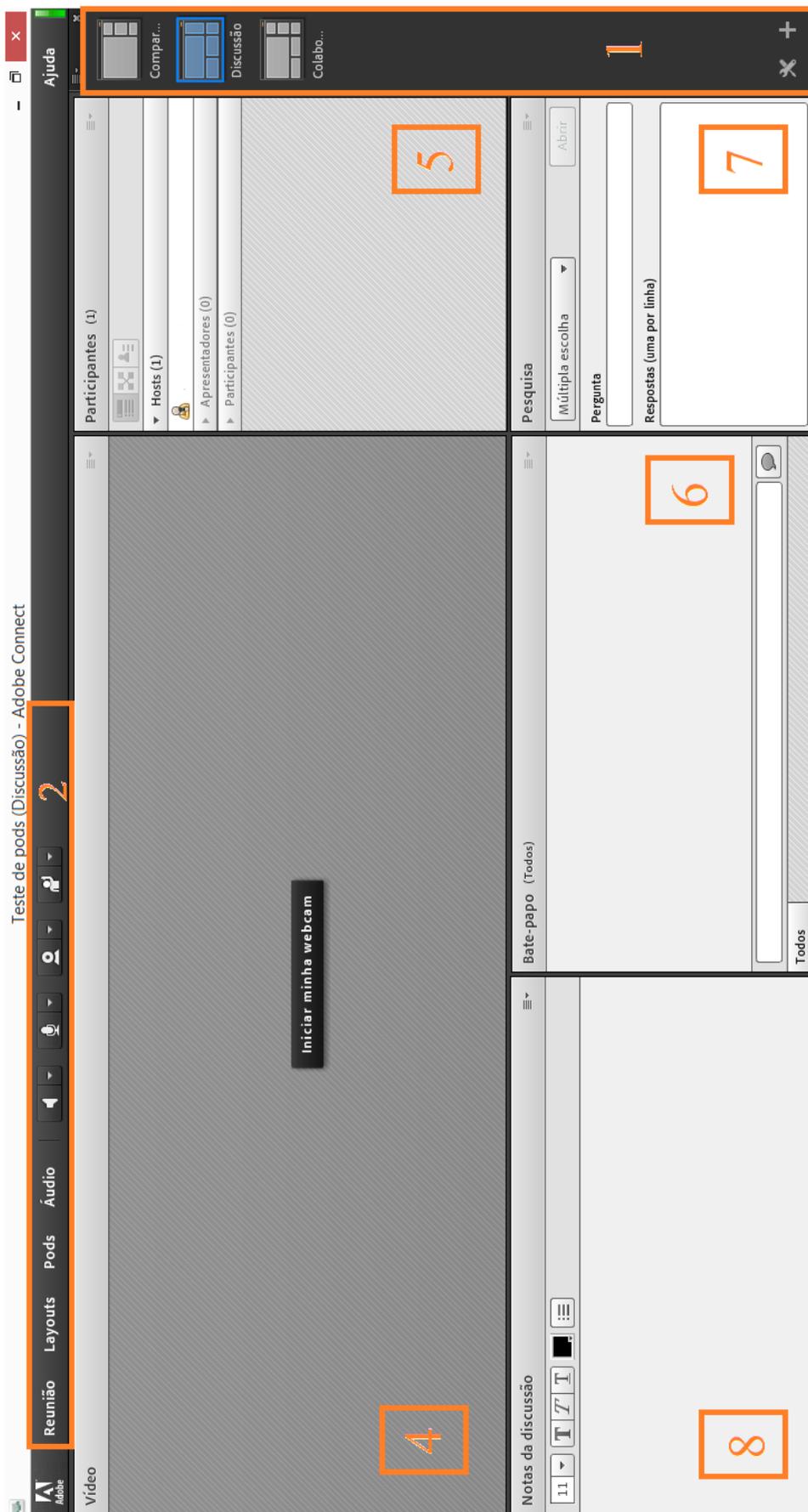


Figura 2. Layout de Discussão do Adobe Connect. Fonte: elaboração do autor.

reunião. Os "hosts" e "apresentadores" podem redigir notas nesse *pod*, ao passo que os "participantes" só podem ler estas notas.

1.2.3. Colaboração

O *layout* de Colaboração, o último dos três *layouts* básicos das reuniões do Connect®, é mostrado na Figura 3.

As áreas 1 e 2 continuam com suas funções e permissões inalteradas neste *layout*. Os *pods* de compartilhamento, vídeo, participantes, bate-papo e notas da discussão, representados pelos números 3, 4, 5, 6 e 8, respectivamente, são encontrados no *layout* de Colaboração, no qual desempenham as mesmas funções com as mesmas restrições e permissões relacionadas às classes hierárquicas.

O único *pod* novo que este *layout* apresenta é o *pod* de arquivos, a área identificada pelo número 9. Essa ferramenta possibilita o envio de arquivos pelos "hosts" ou "apresentadores" para os participantes da reunião que, por sua vez, podem fazer o download desse material. Aos "participantes" é permitido apenas baixar os arquivos fornecidos pelos "hosts" ou "apresentadores" nesse *pod*. Um último ponto essencial a ser descrito é o fato de que os "hosts" podem liberar o acesso a qualquer *pod* ou ferramenta de interação (microfone, por exemplo) para qualquer usuário da reunião, inclusive para os "participantes", o que abre um leque enorme de oportunidades de interação entre os usuários. Como exemplos podem ser citados o envio de alguma atividade pelos alunos por meio do *pod* arquivos, a realização do destaque de um aspecto específico da apresentação por parte dos estudantes com o uso das ferramentas disponibilizadas no *pod* de compartilhamento ou a formulação de perguntas pelos "participantes" no *pod* de pesquisa. Este acesso aos *pods* também pode

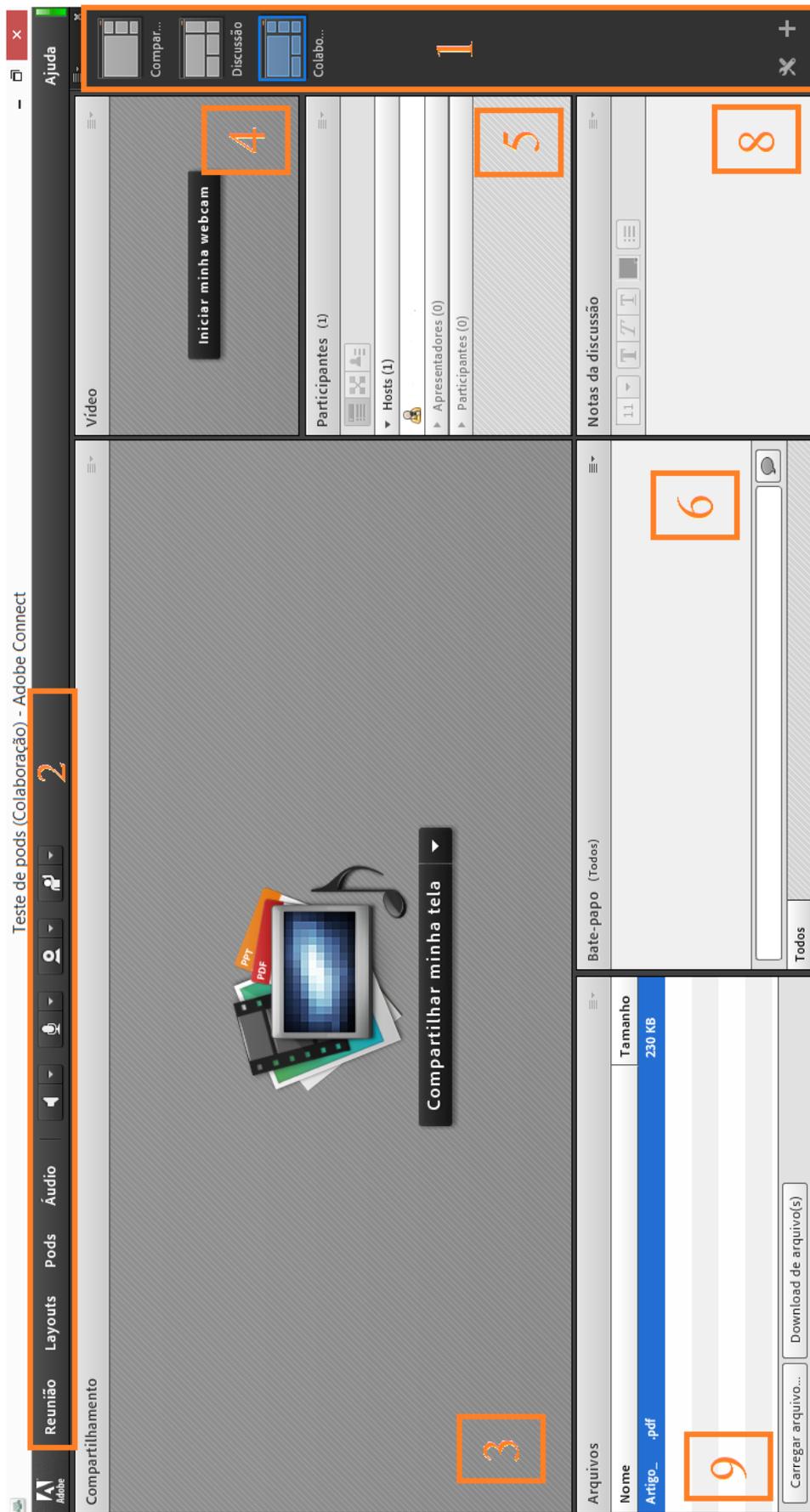


Figura 3. Layout de Colaboração do Adobe Connect. Fonte: elaboração do autor.

ser revogado a qualquer momento pelos "*hosts*", o que facilita o desenvolvimento das atividades, pois determinadas propostas podem ser executadas em momentos específicos dos encontros, sendo necessário apenas autorizar ou revogar o acesso às ferramentas utilizadas.

O próximo passo é explicitar o conteúdo das aulas deste trabalho que foram mediadas pelo Adobe Connect®, o tema do próximo capítulo.

Capítulo 2. O laboratório didático

Na literatura é possível encontrar trabalhos que defendam a aplicação de práticas laboratoriais, assim como trabalhos que questionam a sua importância para a instrução científica, entretanto existe uma superior quantidade daqueles que valorizam e reconhecem sua eficácia quando comparada com os que a criticam e não a consideram importante (LABURÚ; SILVA, 2011). Essa observação reflete a existência de uma crença, quase consensual, que a experimentação tem papel central para que um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo seja alcançado no ensino de ciências (ARAÚJO; ABIB, 2003; BORGES, 2002; FEITOSA; LEITE; FREITAS, 2011), e parece que poucos professores e elaboradores de currículos questionam esta posição (HODSON, 1988). Esta visão não é encontrada apenas em nosso país, mas também, e principalmente, em países com tradição na aplicação de trabalhos práticos em escolas, como o Reino Unido (ABRAHAMS; MILLAR, 2008). As palavras de Hodson ilustram bem essa premissa: "Embora tenha sido periodicamente desacreditado - e em ocasiões qualificado como uma perda de tempo - a importância que o trabalho de laboratório tem dentro da educação em ciências tem permanecido incontestada" (HODSON, 1994, p. 299, tradução nossa).

Independente do teor de apoio ou contestação, o laboratório didático tem sido objeto de estudo na academia há muito tempo e, desde a metade da década de 1980, esses estudos têm crescido e se tornado sistemáticos (LABURÚ; SILVA, 2011). A sistematização é fundamental nos estudos de qualquer área e, nesse sentido, Hodson (1988) contribuiu para o estabelecimento de algumas definições, visando diminuir a confusão para os que buscam informações sobre o laboratório didático. Essa contribuição gira em torno dos termos "trabalho prático", "trabalho laboratorial" e

"experimentos", que têm sido usados de maneira semelhante, significando o mesmo tipo de atividade no ensino de ciências, um engano derivado da confusão que surge na discussão do currículo de ciências (HODSON, 1988).

Hodson (1998) afirma que nem todo trabalho prático acontece no laboratório didático e nem todo trabalho de laboratório é um experimento. Isso deixa claro o fato de que existe uma confusão sobre a necessidade de um local específico com equipamentos especiais para a realização de trabalhos práticos (BORGES, 2002). O ensino prático diz que o método de ensino e aprendizagem "deve mobilizar a atividade do aprendiz, em lugar de sua passividade" (BORGES, 2002, p. 294). Assim os experimentos constituem um subconjunto do trabalho na bancada do laboratório didático; já os trabalhos desenvolvidos nessa bancada constituem um subconjunto da categoria de trabalho prático (HODSON, 1988), sendo que esta atividade prática é uma das alternativas dentro do leque de métodos de ensino e aprendizagem do professor. A Figura 4 mostra essa relação.

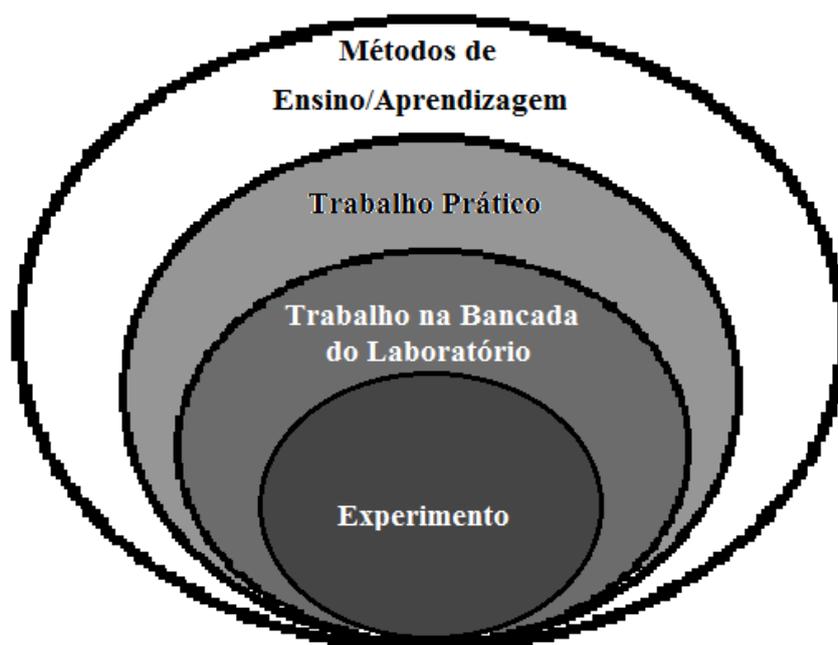


Figura 4. Relação entre experimento, trabalho no laboratório didático e trabalho prático. Fonte: adaptado de Hodson, 1988, p. 2, tradução de Paulo A. Porto.

Para que essa relação seja ainda melhor compreendida, algumas observações com relação às diferenças entre o papel dos experimentos na ciência e no ensino de ciências devem ser feitas.

De acordo com Hodson (1988), experimentos são eventos projetados e estritamente controlados que vão além da simples observação. O autor afirma que a ciência baseada neles não é o único tipo de ciência, pois, apesar de fornecer aos cientistas meios de testar e adquirir conhecimentos, os experimentos sozinhos não são suficientes para fornecer conhecimentos sobre as teorias científicas e, na prática, não são sempre necessários. Há situações em que são até mesmo inviáveis, como na cosmologia e na geologia. A medicina é outro exemplo em que os experimentos são inviáveis ou podem não ser desejáveis por motivos éticos (HODSON, 1988).

Na ciência, também existe a dependência entre teoria e experimento, um paradoxo que os alunos devem encarar no seu ensino. Hodson (1988) diz que talvez seja mais sensato para o professor encorajar os estudantes a considerar a relação interativa e interdependente entre teoria e experimento: os experimentos auxiliam a construção da teoria, ao passo que a teoria determina os tipos de experimentos que podem e devem ser conduzidos.

Logo, não há como negar que os experimentos têm importância no desenvolvimento da ciência, porém isso não implica na obrigatoriedade de sua inclusão no ensino de ciências. A abordagem da história da ciência é uma maneira de mostrar a relevância e importância dos experimentos na ciência sem a necessidade de sua utilização em sala. Vide o exemplo dado por Carvalho *et al* (1999) em que textos históricos são usados com esse objetivo, sem deixar de estimular a participação ativa dos estudantes, característica das atividades práticas no ensino. Nesse sentido, a

literatura diz que é de extrema importância a definição dos objetivos desejados para que uma abordagem apropriada seja escolhida, como será visto no decorrer deste capítulo.

Portanto, segundo Hodson (1988), os experimentos na ciência têm o objetivo principal de desenvolver teorias, ao passo que no ensino de ciências têm uma série de funções pedagógicas, normalmente relacionadas ao ensino de ciências, ao ensino sobre as ciências e/ou ao ensino de como fazer ciência, o que lhe concede diversas funções e estilos, como os exemplos de: demonstração de um fenômeno, coleta de dados, teste de hipóteses, ilustração de um princípio teórico, desenvolvimento de habilidades básicas de observação ou medida por parte dos aprendizes e aquisição de familiaridade com aparatos.

Buscando evitar confusões e equívocos sobre o que será apresentado no decorrer deste trabalho, as definições de "trabalho prático", "trabalho laboratorial" e "experimento" serão utilizadas da maneira descrita por Hodson³.

A existência de diversas funções para os experimentos e, conseqüentemente para as atividades práticas, resulta em diferentes objetivos e contribuições dessa metodologia no ensino de ciências, acompanhada de uma literatura extensa, e às vezes controversa, sobre tais proposições. Longe de fazer uma busca completa e esgotar o assunto, são apresentadas algumas dessas considerações a seguir.

Hodson (1994) afirma que as razões gerais apontadas pelos professores para a aplicação de atividades práticas são:

- motivar o interesse e a diversão dos alunos;
- ensinar as técnicas do laboratório;
- intensificar a aprendizagem dos conhecimentos científicos;

³ Convém notar que os termos "trabalho" e "atividade" normalmente não são diferenciados na literatura e também não serão aqui. Portanto, neste trabalho "atividade prática" é o mesmo que "trabalho prático" e assim por diante.

- proporcionar uma ideia sobre o método científico e desenvolver a habilidade em sua utilização;

- desenvolver certas atitudes científicas, como a consideração das ideias e sugestões de outras pessoas, uma objetividade ao se comunicar e disposição para não julgar os fatos apressadamente, por exemplo.

As razões descritas por Hodson se aproximam dos objetivos apresentados por Borges (2002) para as atividades em laboratório didático:

- verificar/comprovar leis e teorias científicas;
- ensinar o método científico;
- facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos da ciência;
- ensinar habilidades práticas.

Benite A. e Benite C. (2009), em pesquisa realizada com professores de escolas públicas do município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, mostram que os docentes apresentaram os seguintes motivos para o uso do laboratório didático: ilustrar tópicos da aula teórica, ensinar alguma teoria não incluída nas aulas, treinar a interpretação de dados experimentais dos alunos e incentivar os alunos a fazer pesquisas escolares. Razões semelhantes às dadas por professoras de Biologia do ensino médio de escolas de Fortaleza, Ceará, de acordo com o relato de Feitosa, Leite e Freitas (2011).

Giordan (1999) diz que os professores falam que a experimentação é uma maneira de envolver mais os alunos no assunto em pauta, o que aumenta a capacidade de aprendizado. Além disso, o autor destaca o interesse que os estudantes, de diversos níveis escolares, têm na experimentação, atribuindo em seus depoimentos um sentido lúdico, motivador e essencialmente vinculado aos sentidos.

Em um levantamento sobre estudos que abordam aspectos das atividades práticas no ensino de ciências, como seus objetivos, formas de abordagem e estratégias didáticas

para a implementação em aulas de ciências, Oliveira (2010) destaca as seguintes contribuições do trabalho prático:

- motivar os estudantes e o professor;
- desenvolver a capacidade de trabalho em equipe entre os estudantes;
- desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisões dos aprendizes;
- estimular a criatividade dos alunos;
- aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;
- aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos abordados;
- detectar e corrigir erros conceituais dos alunos;
- compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- aprimorar habilidades manipulativas.

Enfim, são encontradas muitas justificativas e objetivos para o uso do trabalho prático, laboratorial e experimental no ensino de ciências que nem sempre são complementares, além da existência de críticas endereçadas a diversas dessas colocações. Isto resulta, muitas vezes, em um trabalho prático confuso e mal desenhado nas aulas, devido à falta de reflexão por parte dos docentes em sua preparação (HODSON, 1994).

Uma reflexão adequada na etapa de concepção de uma atividade prática está diretamente ligada ao conhecimento de tais razões e propósitos. Entretanto, esta não é a única característica que influencia no delineamento de uma atividade dessa natureza: a preocupação do professor com os aspectos relacionados à execução da atividade em si, bem como sua fundamentação teórico-metodológica, devem estar presentes nesse processo (FEITOSA; LEITE; FREITAS, 2010). Isto vem ao encontro da observação de Blosser (1988 *apud* PEREIRA, 2004) de que os estudos sobre o laboratório no ensino

de ciências devem continuar a ser feitos por professores e pesquisadores de todos os níveis, mas a questão a ser formulada talvez não seja "o laboratório é melhor do que o quê?", mas sim "com que finalidade e sob que condições ele deve ser usado?". É importante notar que esta linha de raciocínio de Blosser pode ser extrapolada para o trabalho prático. Com essas considerações em mente, é natural que o próximo passo a ser dado seja a exploração das abordagens do trabalho prático no ensino, buscando fundamentar a atividade realizada neste trabalho. As abordagens discutidas a seguir tratam sobre o grau de estruturação das atividades e os três principais tipos encontrados na literatura: demonstrações, verificações e investigações.

Ao analisar a contribuição dos laboratórios didáticos na formação de licenciandos em Física, Andrade (2010), baseando-se nos trabalhos de Colinvaux, Barros, Laburú e outros autores, diz que o grau de estruturação das atividades práticas pode ser classificado em estruturado, semi-estruturado ou aberto (também denominado não estruturado). De acordo com Andrade (2010):

- o trabalho prático estruturado faz uso irrestrito de guias como roteiros e/ou manuais. Estes guias contém todos os caminhos que os alunos devem seguir para alcançar os objetivos propostos pela prática. Não abre espaço para a criatividade dos alunos, pois o detalhamento dado pelos roteiros faz com que os alunos tenham perder o controle da experimentação;

- já nas atividades semi-estruturadas, existe o uso de guias, como os roteiros e manuais, além de outras formas de orientação aos alunos, porém não constituem a única forma de obter "êxito" na prática. Os guias servem como orientadores dos alunos, apresentando questionamentos, diferentes possibilidades de alcançar os mesmos fins e momentos em que eles podem influenciar na experimentação, sendo responsáveis por algumas das decisões em seu desenvolvimento;

- por fim, as atividades abertas, ou não estruturadas, são práticas que desafiam os alunos a encontrar os meios de exploração dos fenômenos de maneira quase autônoma, podendo contar com o professor como mediador. Não há roteiros/manuais e seus objetivos aqui são metas definidas pelos alunos. Os caminhos percorridos e escolhidos pelos alunos devem ser debatidos com o professor e os outros estudantes, para que sua prática seja validada e possíveis erros cometidos durante o desenvolvimento da experimentação sejam corrigidos. O aluno é o centro do desenvolvimento da atividade.

Os distintos objetivos e funções que as atividades práticas podem assumir nos mais diferentes contextos refletem-se em trabalhos com caráter variado em relação à maneira que são aplicados e que, conseqüentemente, apresentam diferentes visões e tendências do trabalho prático (ARAÚJO; ABIB, 2003). Estas visões culminam em diferentes abordagens que constituem a segunda classificação para o trabalho prático. Serão destacadas as três mais encontradas na literatura, as já citadas: demonstrações, verificações e investigações.

2.1.1. Atividades de demonstração

Nas demonstrações o professor é o responsável pela execução do experimento e os alunos devem observar os fenômenos (OLIVEIRA, 2010). Podem ser divididas em dois grupos: fechadas e abertas. A primeira é muito centrada no professor que só faz uma ilustração do fenômeno com um experimento, já a segunda inclui outros elementos, apresentando maior abertura e flexibilidade, abrindo espaço para discussão e reflexão, levantamento de hipóteses, permitindo um aprofundamento maior nos conceitos que envolvem a demonstração realizada, inclusive sobre a aparelhagem utilizada (ARAÚJO; ABIB, 2003). É recomendada quando não há recursos materiais ou temporais

suficientes para o desenvolvimento de práticas (OLIVEIRA, 2010), pois, em geral, demandam menor tempo de realização (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Esta abordagem também pode estimular os estudantes a buscar explicações para o que estão observando, mesmo que isso contrarie o senso comum, pois contribui para o desenvolvimento de suas capacidades de observação e reflexão, características fundamentais para que eles possam desempenhar o papel de experimentador em futuras práticas (ANDRADE, 2010).

Críticas às demonstrações baseiam-se na passividade que os estudantes podem ter ao simplesmente observar um fenômeno. Isto pode ser superado com estímulos a formulação de hipóteses e questionamentos, que podem ser dados pelo professor ao pedir que os alunos interfiram e alterem os arranjos experimentais propostos, por exemplo (ARAÚJO; ABIB, 2003). Oliveira (2010) aponta outras recomendações para melhor utilização dessa abordagem do trabalho prático: antes da demonstração, informar o que será feito e questionar os alunos sobre o que eles esperam que aconteça, o que pode, por exemplo, contribuir na constatação de concepções alternativas dos estudantes; durante a execução, solicitar que os alunos observem atentamente e façam anotações sobre o experimento/prática; ao final, questionar os alunos sobre as possíveis explicações para o que foi observado, buscando também revisitar (ou apresentar) o conceito científico que explica o fenômeno e compará-lo com as ideias prévias dos estudantes; e utilizar questionários posteriores para que os alunos possam refletir sobre os conceitos abordados. Como Araújo e Abib (2003) deixam claro, o objetivo é explorar as atividades, sair da simples ilustração, o que pode contribuir positivamente no processo de ensino e aprendizagem.

2.1.2. Atividades de verificação

Este tipo de atividade é muito utilizado em experimentos no ensino - na sua definição aqui adotada: situações projetadas e estritamente controladas - uma vez que a validação de leis e teorias ou a busca dos limites de suas aplicações é realizada experimentalmente nas práticas de verificação (ARAÚJO; ABIB, 2003). Esta abordagem proporciona uma participação maior dos estudantes quando comparada às demonstrações, pois eles realizam parte da execução das atividades, além de poder contribuir para o desenvolvimento do questionamento dos alunos e de sua capacidade de generalização, caso os limites sejam extrapolados e novas situações exploradas (ARAÚJO; ABIB, 2003).

O fato de que, geralmente, os resultados dos experimentos são previsíveis e as explicações conhecidas pelos estudantes (OLIVEIRA, 2010) aliado ao uso de roteiros e manuais, também comuns nesse tipo de atividade, constituem a fonte de algumas vantagens e, simultaneamente, a base das críticas a essa abordagem. Dentre as vantagens destacam-se: a facilidade na compreensão dos parâmetros estudados por parte dos aprendizes, deixar o ensino mais realista, a contribuição para a desmistificação de erros conceituais que podem ser encontrados em materiais didáticos, estimular a habilidade manipulativa e de tratamento estatístico de dados dos estudantes, ter fácil execução, facilidade na supervisão do docente e contorno de possíveis dificuldades (ARAÚJO; ABIB, 2003; OLIVEIRA, 2010). Algumas das críticas alegam que o uso de roteiros inibe a criatividade dos alunos, que devem apenas seguir os passos de uma receita (ABRAHAMS; MILLAR, 2008; ANDRADE, 2010; LABARCE, 2009), implicando em uma visão do laboratório considerada inadequada por muitos estudiosos da área como um lugar que exige uma simples execução de receitas e comprovação da

verdade (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994 *apud* PEREIRA, 2004), além disso não abre espaço para a exploração de erros que possam surgir no decorrer da atividade.

Recomendações para a aplicação deste tipo de atividade experimental incluem: solicitar que os alunos relacionem o executado com a teoria; pedir que os aprendizes façam sugestões de modificações no desenho experimental e que formulem conclusões sobre o que seria alterado, explicando o porquê de suas afirmações com base na teoria; executar, se possível, as modificações sugeridas e verificar se as ideias propostas pelos alunos estavam corretas; e comparar os dados obtidos pelos grupos e discutir possíveis diferenças entre eles (OLIVEIRA, 2010).

2.1.3. Atividades de investigação

Dentre os três tipos de atividades descritas, as investigativas são as que permitem uma participação maior dos estudantes, desde a identificação do problema, até como solucioná-lo, e o papel do professor é de mediador no desenvolvimento da atividade: ele deve auxiliar os alunos na chegada às relações causais e na negociação de soluções e conclusões entre os próprios alunos (OLIVEIRA, 2010). Assim, nesta abordagem a formulação e teste de hipóteses para responder um questionamento inicial fica a cargo dos estudantes, pois a solução do problema dado não deve ser clara para o aluno, ela deve ser fruto de um processo de escolhas e análise de instrumentos e ferramentas disponíveis, além da reflexão da sequência de passos a seguir (OLIVEIRA, 2010). Isto que faz com que as investigações possam contribuir para a capacidade dos aprendizes de observar, coletar e interpretar dados, descrever fenômenos e reelaborar explicações causais para os fenômenos observados (ARAÚJO; ABIB, 2003). O desenvolvimento de habilidades sociais é evidente e é maior que nos dois primeiros tipos destacados, uma

vez que os alunos devem negociar entre si a escolha dos métodos utilizados, a tomada de decisões e negociação de soluções e conclusões. Outra característica marcante dessa abordagem é a ausência de roteiros e/ou manuais, o que exclui de sua lista de críticas muitas daquelas apontadas como desvantagens das atividades de verificação.

As dificuldades apontadas na aplicação de atividades com esse cunho voltam-se para a alta demanda de tempo em sua execução - já que existem diversas etapas que os estudantes devem percorrer (OLIVEIRA, 2010) e nem sempre esse tempo está disponível - e para a participação e engajamento dos alunos que é fundamental (ARAÚJO; ABIB, 2003), o que pode prejudicar o andamento do trabalho caso não sejam adequados. Nesse sentido, Borges (2002) diz que é recomendável que atividades práticas mais simples sejam executadas com os estudantes antes de propor a realização de um trabalho investigativo, devido à sua complexidade para alunos sem experiência prévia.

Um primeiro ponto a ser destacado após esta exposição sobre as características das atividades práticas no ensino de ciências, é a correlação que pode existir entre o grau de estruturação e o tipo de atividade. Por exemplo, as atividades de verificação têm características semelhantes às aquelas com grau estruturado, ao passo que as práticas de natureza investigativa assemelham-se às atividades abertas, ou não estruturadas. Essa correlação é variável e muito dependente da maneira que o docente conduz a atividade. Carvalho *et al* (1999) ao tratar do ensino de termodinâmica, por exemplo, usam demonstrações em que incentivam os alunos a levantar hipóteses sobre o que está ocorrendo e, assim, chegar a possíveis explicações causais dos fenômenos observados, ensinando conteúdos específicos do tema. Ao fomentar a reflexão, discussão, relatos e ponderações sobre o que estavam observando, as atividades propiciavam condições para

que os alunos começassem a construir sua autonomia e participassem mais ativamente da construção de seu próprio conhecimento. Tanto que a definição dada pelos autores para essa abordagem é de "demonstrações experimentais investigativas" (CARVALHO *et al*, 1999, p. 41). A condução das atividades está (ou pelo menos deveria estar) ligada aos objetivos pretendidos com a proposta em questão, o que levanta uma observação comumente encontrada em trabalhos da área: os objetivos de uma atividade prática.

É possível observar que os três tipos de atividades levantados têm vantagens e desvantagens intrínsecas, portanto não há melhor ou pior abordagem, cabe ao professor dominar o uso de cada uma, de acordo com os objetivos desejados para a situação em questão (ANDRADE, 2010). Logo, há a necessidade do planejamento e da clareza nas finalidades pretendidas com uma atividade prática, o que contribui na escolha da abordagem a ser utilizada (BORGES, 2002), pois uma atividade que vise desenvolver conceitos com os estudantes deve ser concebida de maneira diferente de uma que queira despertar o interesse dos alunos pela ciência, que, por sua vez, deve ser concebida de maneira diferente de uma atividade para informar sobre a história, o desenvolvimento e impacto social de uma ideia, processo ou artefato, por exemplo (HODSON, 1994). Dessa forma, é importante, para que os fins desejados com a prática sejam alcançados, que exista um planejamento prévio: definir os objetivos da atividade antecipadamente é fundamental. Entretanto, como destacado por Colinvaux e Barros (2005 *apud* ANDRADE, 2010), estes objetivos devem ser conhecidos tanto para o professor, quanto para os alunos no momento da realização da prática, isto é, devem ser apresentados de maneira clara para os estudantes também. E isto leva a considerações sobre a postura do professor durante a execução da atividade, sobre a qual é importante comentar duas facetas: seu papel como mediador do trabalho prático e seu comportamento frente aos erros que podem surgir.

Abrahams e Millar (2008) evidenciam a preocupação sobre a postura dos docentes em um trabalho que analisou aulas práticas no Reino Unido. Neste exemplo, os autores relatam que não há uma estratégia explícita para que os alunos pensem e façam relações entre os conceitos e o que é observado. Recomendam que os professores não esperem que essas relações surjam naturalmente, não importa o quão cuidadosamente as atividades possam ser guiadas; os docentes devem auxiliar essa construção junto aos alunos.

Segundo Labarce (2009, p. 36) "o envolvimento do aluno na atividade prática depende da forma como o problema é proposto e das instruções e informações fornecidas pelo professor aos estudantes". Neste mesmo trabalho, a autora cita Arruda *et al* (2000 *apud* LABARCE, 2009), que afirmam que atividades práticas no ensino devem ser entendidas como um extenso diálogo entre professor e alunos: que por meio de debate e levantamento de ideias, o docente deve explicar as dúvidas que vão surgindo nos discentes, preencher lacunas e desenvolver as suas ideias em relação ao conteúdo no decorrer da aula.

Lunetta (1998, p. 252 *apud* ABRAHAMS; MILLAR, 2008, p. 1966, tradução nossa) afirma que "o questionamento do laboratório por si só não é suficiente para permitir que os estudantes construam concepções conceituais complexas da comunidade científica contemporânea". Para que essa situação seja alterada e os estudantes possam se aproximar das concepções cientificamente aceitas, "intervenção e negociação com uma autoridade, normalmente o professor, é essencial".

Estas observações estão de acordo com as recomendações para o desenvolvimento de atividades demonstrativas e investigativas e mostram como é importante o papel de mediador da atividade do professor, contribuindo para um melhor aproveitamento do trabalho prático.

Já os erros que podem surgir no decorrer de uma atividade de natureza prática podem ser um desafio para os alunos (FEITOSA; LEITE; FREITAS, 2011) e contribuir para o desenvolvimento de suas habilidades sociais, ao estimular a discussão de suas causas e meios para corrigi-los, desde que o professor assuma seu papel estratégico de líder e organizador nesse processo, arbitrando os conflitos entre as ideias que possam surgir (GIORDAN, 1999).

Porém, a organização das atividades práticas que implicam no seguimento de instruções detalhadas para chegar às respostas esperadas impede que resultados não previstos sejam encontrados e explorados pelos estudantes (KRASILCHIK, 2004 *apud* LABARCE, 2009), configurando assim uma desvantagem das atividades com um caráter estruturado, dependentes de manuais e roteiros. As palavras de Giordan encaixam-se perfeitamente aqui:

Uma experiência imune a falhas mimetiza a adesão do pensamento do sujeito sensibilizado ao que supõe ser a causa explicativa do fenômeno, em lugar de promover uma reflexão racionalizada. O erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa fortemente arraigada no bem-estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo. Rompe-se com a linearidade da sucessão **fenômeno corretamente observado/medido** → **interpretação inequívoca**, verdadeiro obstrutor do pensamento reflexivo e incentivador das explicações imediatas. (GIORDAN, 1999, p. 46, grifo do autor)

Apesar dessa posição do docente em relação ao erro defendida por alguns autores, a falta de preparo dos próprios professores faz com que eles evitem lidar com situações imprevistas e recorram às "receitas de bolo", seguindo fielmente roteiros pré-definidos (LABARCE, 2009; PEREIRA, 2004). Essa situação não é exclusiva de nosso país, conforme o estudo de Abrahams e Millar (2008) evidencia.

Assim, é fundamental que a formação de professores contemple as atividades práticas em seu currículo, pois a falta, ou pouca quantidade, de atividades nos processos formativos docentes - sejam iniciais ou continuados - dificulta a aplicação desse tipo de trabalho em sala de aula durante sua prática docente posterior (FEITOSA; LEITE; FREITAS, 2011). Devem ser incluídas as diferentes abordagens e graus de estruturação aqui apresentados, como destacam Araújo e Abib (2003), Borges (2002), Oliveira (2010), entre outros, caso seja desejável que os professores venham a utilizar as diferentes organizações do trabalho prático em sua carreira docente. Além disso o acompanhamento desses processos formativos e pesquisas sobre estas atividades devem continuar a ocorrer: estudos como o de Andrade (2010) são importantíssimos na análise de questões dessa natureza.

Convém notar que a ideia aqui não é transferir mais uma responsabilidade aos professores, pois o seu preparo não é a única variável que influencia na aplicação de tais atividades: a falta de materiais e componentes, assim como a verba para adquiri-los/repô-los; a falta de tempo do professor para o planejamento; laboratórios didáticos fechados e sem manutenção; a ausência de uma equipe de suporte, com técnicos ou outros professores e o alto número de alunos por turma (BORGES, 2002; FEITOSA; LEITE; FREITAS, 2011) são só alguns exemplos de características encontradas que podem inviabilizar essa aplicação. Entretanto a relevância das atividades práticas e do laboratório didático já está consolidada após tantos estudos e anos de pesquisa da academia, portanto é importante que aqueles que estão (ou estarão) em contato com essa realidade conheçam as ferramentas que podem utilizar, possam se preparar para que, se um dia a oportunidade aparecer, eles não sejam a variável com influencia negativa nesse processo.

Com estas colocações, esta seção, que descreveu as características do laboratório didático, é encerrada. Tais características fundamentaram a atividade proposta neste trabalho, incluindo sua abordagem adotada, o grau de estruturação e o papel e postura do professor. Os detalhes sobre o planejamento da atividade são os assuntos da próxima seção.

2.2. A atividade prática proposta

No capítulo 1 é visto que na EaD a maioria dos cursos oferecidos são licenciaturas, já a primeira parte deste capítulo evidencia a importância do laboratório didático no ensino. Logo, se por um lado a EaD é um importante espaço de formação em nosso país e, por outro, o laboratório didático é um método de ensino e aprendizagem das ciências com diversas vantagens, os docentes formados nessa modalidade de ensino devem ter contato com atividades práticas laboratoriais, procurando oferecer uma formação mais completa para esses profissionais. Com estas ideias em mente, este trabalho buscou integrar a EaD com o laboratório didático de Química em uma atividade prática a distância. Essa integração se deu com o uso de experimentos demonstrativos no decorrer de aulas síncronas a distância mediadas pelo Adobe Connect®. É relevante notar que os experimentos que compuseram a parte prática das aulas foram concebidos e aplicados nos moldes recomendados pela literatura, como o descrito na primeira parte deste capítulo.

Além da integração EaD/laboratório didático de Química, outro objetivo incitou o desenvolvimento do trabalho: a interação propiciada pelas ferramentas disponibilizadas no software é totalmente diferente daquela encontrada em um laboratório presencial, o que implica possibilidades e limitações que devem ser estudadas. Nesse sentido é

fundamental questionar se as ferramentas utilizadas pelos participantes proporcionam um ambiente propício para a colaboração, visando uma compreensão sobre os conceitos abordados nessas aulas e efetivando a premissa da aprendizagem colaborativa que as TIC's podem prover. Tão importante quanto o questionamento se as ferramentas proporcionam tal ambiente, é analisar se as maneiras que elas são utilizadas efetivam essa colaboração, atendo-se a preocupações e recomendações da literatura, como levantado no capítulo 1.

Dessa forma, a atividade prática a ser realizada foi definida: encontros online, isto é, aulas síncronas a distância mediadas pelo Adobe Connect®, nas quais atividades práticas demonstrativas são transmitidas em tempo real pelo professor. Assim, as próximas questões giram em torno do tema abordado nessas aulas, juntamente com a maneira de execução e transmissão das demonstrações.

Com relação ao conteúdo das aulas, buscou-se um tema presente nas grades curriculares de licenciaturas em Química com uma consulta das ementas das disciplinas desses cursos em algumas das unidades das três universidades estaduais de São Paulo. Essa condição garante a preocupação com a formação de professores e a certeza de que o tema é relevante no ensino de Química, pois está presente no currículo de três universidades bem conceituadas de nosso país. Esta consulta apontou os equilíbrios de ácidos e bases em água e seu aprofundamento, incluindo as titulações ácido-base, ou titulometria ácido-base, como tema presente em todas as grades procuradas, sempre no primeiro ou segundo semestre do curso (INSTITUTO DE QUÍMICA/UNICAMP, 2015; UNESP, 2015; USP, 2015). A gama de conceitos químicos que podem ser abordados com a titulometria também contribuiu para essa escolha como, por exemplo: ácidos, bases e suas constantes de acidez e basicidade, ácidos e bases conjugadas, equilíbrios químicos, pH, estruturas de compostos orgânicos, cálculos estequiométricos, entre

outros. Além disso, a titulometria ácido-base não exige uma aparelhagem complexa para que experimentos sejam executados⁴: o material necessário é facilmente encontrado em laboratórios didáticos de instituições de ensino superior, o que facilita seu uso em uma demonstração, a abordagem para as atividades práticas adotada aqui, originando outro ponto positivo para o tema. Após estas considerações, a titulometria ácido-base foi o tema escolhido para o desenvolvimento das aulas.

Com a decisão de abordar a titulometria ácido-base tomada, o próximo passo foi decidir a maneira que este tema seria tratado nas aulas e, para isso, um material foi confeccionado com os conceitos relevantes que seriam discutidos nos encontros online. Esse material foi elaborado para ser apresentado no Connect®, no formato de slides, e a sua criação incluiu uma busca sobre o tema em livros didáticos. Foi realizado um levantamento em quatro obras: "Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente", de Atkins e Jones (2006); "Química analítica e análise quantitativa", de Hage e Carr (2012); "Análise química quantitativa", de Harris (2008); e "Vogel: análise química quantitativa", de Mendham *et al* (2002).

A bibliografia consultada aponta os indicadores ácido-base como uma das alternativas para a execução das titulações em que o caráter visual - relacionado à mudança de cores desses compostos em soluções ácidas ou básicas - é essencial para o sucesso do experimento. Essa característica visual é interessante em uma atividade de demonstração, uma vez que os alunos devem observar o que está ocorrendo. Assim, a exploração dos indicadores ácido-base e os conceitos químicos envolvidos na sua utilização na titulometria ácido-base constituíram o principal conteúdo das aulas; porém a técnica que usa pHmêtros nesse mesmo tipo de experimento é outra alternativa encontrada nos livros consultados e considerações teóricas, isto é, sem a execução de

⁴ A próxima seção tratará da estrutura dos experimentos, na qual a aparelhagem utilizada será descrita.

experimentos com este aparelho, foram incluídas nos encontros, tendo em vista sua importância e contribuição para a compreensão da função e seleção dos indicadores ácido-base.

Ao elencar todos os conceitos que seriam abordados, decidiu-se separá-los em quatro aulas, procurando evitar encontros muito longos. Antes de listar em detalhes o conteúdo dessa sequência didática, é importante dizer que uma aula de introdução ao software utilizado foi realizada para que os alunos pudessem aproveitar de forma mais completa as aulas e as possibilidades interativas proporcionadas. Os principais aspectos do Adobe Connect®, como os descritos no capítulo 1, foram incluídos nesse encontro introdutório. Logo, a sequência didática final foi composta por cinco encontros: a aula de introdução ao Adobe Connect® e as quatro aulas que trataram dos conceitos da titulometria ácido-base. Os conteúdos abordados nos encontros estão listados a seguir, juntamente com os objetivos pretendidos com cada aula. A sequência apresentada é a mesma em que eles foram levantados e discutidos nos encontros.

- **Introdução ao Adobe Connect®**

Objetivos:

- familiarização dos estudantes com a ferramenta de interação e seus recursos;
- contato online entre o professor e os estudantes;
- apresentação da proposta de atividade.

Conteúdos:

- o que é o Adobe Connect®;
- quais as suas utilizações;

- seu uso na Unesp;
- ferramentas oferecidas e como utilizá-las.

- **Aula 1: Indicadores ácido-base**

Objetivos:

- apresentação dos indicadores ácido-base: o que são, importância e utilizações;
- demonstração da mudança de coloração de indicadores;
- relacionar a mudança de cor da solução com a alteração na estrutura molecular do indicador.

Conteúdos:

- o que são ácidos e bases e qual a sua importância;
- definição de Brønsted-Lowry para os ácidos e bases;
- o que são ácidos e bases conjugadas;
- a escala de pH;
- constantes de acidez e basicidade;
- o que são os indicadores ácido-base e quais as suas utilizações;
- demonstração de uso e mudança de cor de alguns indicadores ácido-base;
- estrutura molecular dos indicadores e sua relação com a mudança da cor da solução;
- o que são os pontos de viragem dos indicadores e sua relação com a escala de pH.

- **Aula 2: Titulação ácido forte - base forte**

Objetivos:

- determinar a concentração de soluções de ácido clorídrico e de ácido sulfúrico;
- discutir a forma e construção de uma curva de titulação teórica de uma titulação de ácido forte com base forte;
- evidenciar a importância do planejamento prévio de testes e/ou experimentos e da escolha do indicador ácido-base utilizado.

Conteúdos:

- o que são as titulações ácido-base, qual a sua relevância e quais seus usos;
- titulações entre ácidos e bases fortes: como é feito o cálculo da concentração do analito e determinação do ponto de equivalência com os indicadores ácido-base;
- demonstração de uma titulação de ácido clorídrico com hidróxido de sódio;
- cálculo da concentração da solução de ácido clorídrico titulado;
- construção da curva de titulação teórica da titulação demonstrada;
- demonstração de uma titulação de ácido sulfúrico com hidróxido de sódio;
- cálculo da concentração da solução de ácido sulfúrico titulado.

- **Aula 3: Titulação eletrólito fraco - eletrólito forte**

Objetivos:

- determinar a concentração de solução de ácido acético;
- discutir a forma e construção de curvas de titulação teóricas de titulações de eletrólitos fracos com eletrólitos fortes;
- discutir as diferenças entre as curvas de titulação construídas até o momento, destacando seus pontos importantes;

- importância da escolha do indicador ácido-base utilizado, incluindo cálculos teóricos que ajudam nessa escolha.

Conteúdos:

- titulações de ácidos fracos com bases fortes: como é feito o cálculo da concentração do analito e determinação do ponto de equivalência com os indicadores ácido-base;

- equilíbrios de ácidos e bases fracas;

- demonstração de uma titulação de ácido acético com hidróxido de sódio;

- cálculo da concentração da solução de ácido acético titulado;

- construção da curva de titulação teórica da titulação demonstrada;

- titulação de bases fracas com ácidos fortes: como é feito o cálculo da concentração do analito e determinação do ponto de equivalência com os indicadores ácido-base;

- demonstração de uma titulação de hidróxido de amônio com ácido clorídrico;

- construção da curva de titulação teórica da titulação demonstrada;

- análise comparativa entre as curvas de titulação construídas até o momento.

• Aula 4: Titulações ácido-base incomuns

Objetivos:

- analisar as características da titulação de eletrólitos fracos com mais de uma constante de dissociação;

- analisar as características da titulação de ácido fraco com base fraca;

- constatação das limitações inerentes a técnicas experimentais.

Conteúdos:

- equilíbrio de ácidos e bases fracas polipróticas;
- titulação de bases fracas dipróticas com ácidos fortes: determinação do ponto de equivalência com os indicadores ácido-base;
- demonstração de uma titulação de etilenodiamina com ácido clorídrico;
- construção da curva de titulação teórica da titulação demonstrada;
- análise comparativa entre as curvas de titulação teóricas de titulações de bases fracas dipróticas com ácidos fortes e de ácidos fracos dipróticos com bases fortes;
- análise das diferenças entre as titulações de ácidos fracos dipróticos com bases fortes e de ácidos fracos monopróticos com bases fortes;
- titulação de ácido fraco com base fraca: determinação do ponto de equivalência com os indicadores ácido-base;
- demonstração de uma titulação de ácido acético com hidróxido de amônio;
- construção da curva de titulação teórica da titulação demonstrada;
- análise comparativa entre as curvas de titulação teóricas de titulações de ácidos fracos com bases fracas, de ácidos fracos com bases fortes e de ácidos fortes com bases fortes;
- discussão das limitações experimentais inerentes à cada técnica empregada;
- recomendações bibliográficas.

O material elaborado com os conceitos abordados foi compartilhado com os alunos após cada aula, servindo como material de consulta para os encontros seguintes, uma vez que a sequência didática proposta tem uma continuidade nos conceitos tratados. Ao final das aulas, um arquivo único, contendo os cronogramas e os slides usados nos

encontros, foi entregue aos alunos, servindo como uma fonte para consultas posteriores. Além desse material, foi montado um cronograma contendo as finalidades de cada encontro, a sequência cronológica de apresentação e discussão dos conceitos e uma previsão de tempo gasto em cada momento da aula, incluindo as demonstrações para auxiliar o professor (o próprio mestrando). Esses cronogramas não tiveram como função definir passo a passo o desenrolar das aulas, como os roteiros ou manuais das atividades estruturadas, e sim oferecer uma orientação para o docente. Eles são mais uma sequência fluida, passível de modificações, do que uma prescrição estática. O Apêndice I trás estes cronogramas e material elaborado.

É relevante explicitar dois pontos sobre o planejamento da sequência didática. O primeiro gira em torno dos objetivos pretendidos em cada aula: eles foram definidos previamente, procurando deixá-los claros desde a concepção das atividades, dessa forma concordando com as recomendações da literatura levantadas no início deste capítulo. O segundo é sobre o papel da demonstração: a finalidade geral das aulas, como pode ser visto pelo conteúdo acima descrito, era ensinar os conceitos da titulometria ácido-base, ou seja, ensinar conceitos científicos. E isso influenciou na escolha do momento em que as demonstrações foram realizadas, pois o objetivo dos experimentos nas atividades didáticas é dar ilustrações e representações concretas a abstrações prévias, "[...]o trabalho em laboratório na escola deveria ser usado para ajudar na exploração e manipulação de conceitos, torná-los explícitos, compreensíveis e úteis" (HODSON, 1988, p. 15, tradução de Paulo A. Porto). Assim, a escolha do momento de execução das demonstrações foi feita com base nessa recomendação, isto é, após a apresentação e discussão de alguns dos conceitos levantados e não como uma atividade para iniciar o encontro.

Até aqui, o planejamento da atividade versou sobre a seleção do tema e conteúdos abordados, incluindo as etapas de demonstração, mas ainda falta tratar sobre os aspectos relacionados à execução dos experimentos em si. Devido à sua importância, este aspecto será discutido em uma seção própria, a seguir.

2.3. A estrutura das demonstrações

Nas atividades de demonstração as características visuais são importantes, já que a observação do fenômeno pelos estudantes é fundamental neste tipo de atividade (ARAÚJO; ABIB, 2003; OLIVEIRA, 2010). Essa característica visual mostra-se ainda mais importante na titulometria ácido-base quando os indicadores ácido-base são utilizados, pois os indicadores são corantes solúveis em água, que apresentam coloração de acordo com o pH do meio e sinalizam o ponto final de titulações ácido-base com a alteração de cor em solução como resposta à mudança rápida de pH que ocorre no ponto estequiométrico de uma titulação (ATKINS; JONES, 2006). Portanto, é fundamental que os alunos enxerguem o que está ocorrendo nos testes realizados e consigam ver a mudança na coloração da solução durante as titulações da atividade proposta.

Com essa preocupação sobre a visualização dos testes em mente, a estrutura das demonstrações foi projetada e o arranjo final utilizado durante as aulas é mostrado na Figura 5.

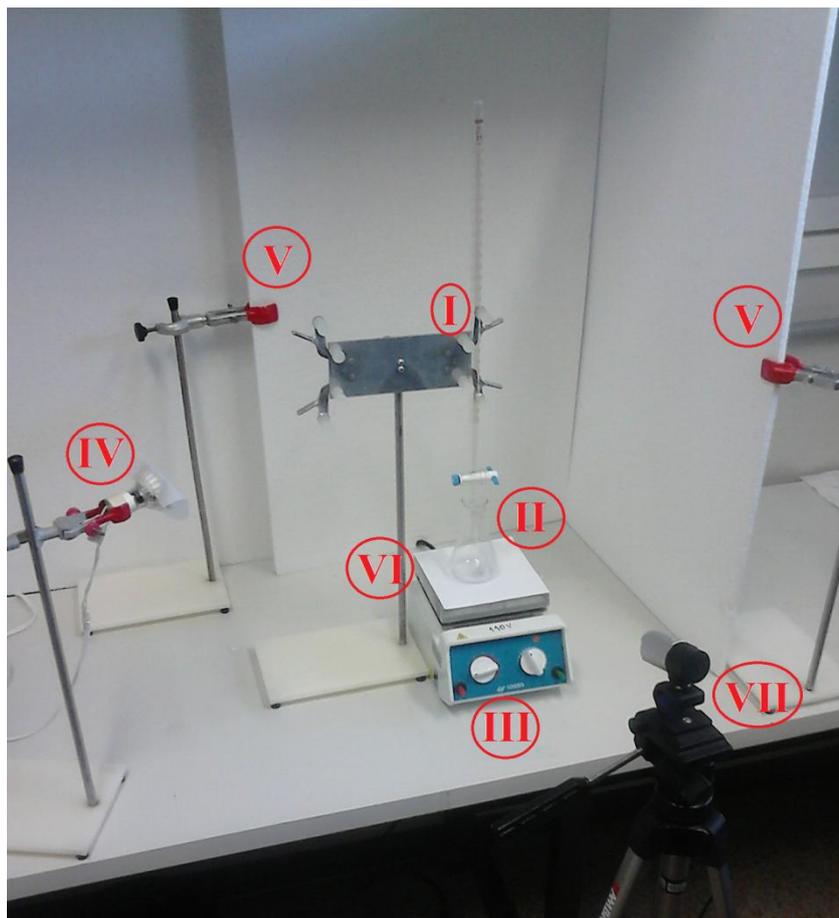


Figura 5. Estrutura do experimento.

No centro é possível ver os equipamentos e vidrarias usados nas titulações: uma bureta de 50 mL suspensa por uma garra e suporte universal (I na Figura 5), erlenmeyer de 125 mL (II na Figura 5), agitador magnético (III na Figura 5) e ímã para agitação da solução. Os equipamentos e vidrarias utilizados foram os mesmos na maioria das demonstrações, a única variação foi a bureta que, dependendo do volume necessário de titulante, variava entre dois tamanhos: 25 ou 50 mL.

Na estrutura utilizada durante as aulas destacam-se alguns pontos que resultaram da preocupação com a visualização dos testes:

- uso de uma lâmpada de led, de 1,4 W de potência com 20 leds, envolta por uma folha de papel manteiga e sustentada por garra e suporte universal (IV na Figura 5). A lâmpada de led foi escolhida devido à sua luz branca, que facilita a percepção de

diferentes cores, e foi envolta por uma folha de papel manteiga para que uma fonte de luz difusa fosse obtida, impedindo que o foco da iluminação ficasse centrado em uma única área dos testes, o que poderia causar a formação de sombras e consequente dificuldade na visualização da coloração das soluções;

- no fundo e lateral foram colocadas placas de isopor de 1,0 cm de espessura fixadas em lugares específicos por garras e suportes universais (V na Figura 5). Estas placas tinham três funções: 1) bloquear a luz natural que poderia incidir de uma janela na lateral da sala utilizada e prejudicar o discernimento da mudança de cores da solução; 2) fornecer um fundo branco, o que causa um contraste com as cores dos indicadores em solução, contribuindo para que as cores possam ser melhor visualizadas; e 3) refletir a luz difusa da lâmpada de led, procurando fornecer as mesmas condições de iluminação nos diferentes testes realizados e diminuindo, assim, a iluminação como fonte de erros;

- entre o agitador magnético e os erlenmeyers das titulações foi colocada uma folha de papel filtro branco (VI na Figura 5), para a obtenção de um fundo branco e contraste com a cor da solução, com objetivo semelhante à segunda função descrita para a placa de isopor;

- a *webcam* usada na transmissão das imagens foi acoplada a um tripé para que sua altura pudesse ser adequada à bancada utilizada (VII na Figura 5).

Sobre a *webcam* é preciso salientar que sua escolha foi feita com base em algumas características oferecidas para que a transmissão das imagens dos testes para os alunos fosse feita com alta qualidade. Após uma pesquisa sobre os diferentes modelos disponíveis no mercado, a escolha final foi a LifeCam Studio®, da Microsoft®. A LifeCam Studio® tem resolução em HD de até 1080p⁵ para registro de fotos e de até 720p⁶ para vídeos, o que propicia ótima qualidade de imagem, essencial, conforme já

⁵ A resolução de 1080p, ou *Full HD*, corresponde a uma resolução de 1920 x 1080 pixels.

⁶ A resolução de 720p, ou simplesmente HD, corresponde a uma resolução de 1280 x 720 pixels.

destacado, para a atividade proposta. Também possui microfone embutido, capaz de captar os sons ambientes, e foco automático, sendo necessário esperar apenas alguns segundos para que a imagem captada fique nítida na tela do computador. Mais um diferencial deste hardware é a possibilidade de acoplamento a um tripé convencional, aspecto dificilmente encontrado em *webcams*.

As considerações sobre a estrutura dos experimentos fecham este capítulo que apresentou a atividade proposta: uma sequência didática a distância em que as interações entre os participantes são mediadas por um software e que inclui atividades práticas demonstrativas sobre a titulometria ácido-base. O aspecto "a distância" faz com que a interação entre os participantes seja totalmente diferente, portanto deve ser analisada. Nesse sentido, algumas perguntas surgem: como as ferramentas disponibilizadas no software podem facilitar essa interação? Ou inviabilizá-la? Como os alunos estão compreendendo os conceitos abordados? E como podemos tentar identificar essa compreensão com as ferramentas disponíveis? Essas e outras questões podem ser endereçadas com o uso da Teoria da Ação Mediada, de James Wertsch, um dos referenciais teóricos adotados neste trabalho, apresentado no próximo capítulo.

Capítulo 3. Os referenciais teóricos

3.1. James Wertsch e a Teoria da Ação Mediada

James V. Wertsch, psicólogo americano, atualmente é professor na Washington University em St. Louis e suas linhas de pesquisa estão voltadas para a memória coletiva e identidade social, principalmente no leste europeu, nos países originados após a fragmentação da União Soviética. Um de seus interesses é na formação da sociedade civil e da democracia nestes países, com destaque para a forma com que as escolas e outras instituições criam e preservam uma memória coletiva oficial sobre estes processos sociais que vêm ocorrendo nessa região nas últimas três décadas.

Entretanto, este trabalho tem interesse na contribuição de Wertsch para uma aproximação sociocultural aos estudos da mente. Wertsch, em seu pós-doutorado, trabalhou com pensadores russos da psicologia, como Luria, Leontiev, Davydov e Zinchenko, que continuaram os estudos de Vigotski, ampliando suas ideias. Esta etapa aconteceu em 1975, porém a parceria acadêmica durou certo tempo e durante a década de 1980, Wertsch traduziu textos de Vigotski para a língua inglesa e contribuiu nessa extrapolação das teorias vigotskianas. Assim, Wertsch ajudou a trazer as ideias de Vigotski para o ocidente e isto também explica a influência sociocultural em sua teoria, apesar de que, na Rússia (e na antiga União Soviética) o termo utilizado era "sócio-histórico" ou "cultural-histórico" (PEREIRA; OSTERMANN, 2012; WERTSCH, 1991).

Porém Wertsch não teve contato somente com as ideias desse pensador russo específico: as ideias de Bakhtin também influenciaram de sobremaneira sua teoria. Portanto, este autor é muito citado em trabalhos acadêmicos que se apoiam em Vigotski

e Bakhtin como referencial teórico (PEREIRA; OSTERMANN, 2012), na verdade, essa é a principal contribuição de James Wertsch nos estudos socioculturais: uma síntese entre as ideias de Vigotski e Bakhtin (GIORDAN, 2008; WERTSCH, 1991). Assim, para que uma compreensão sobre a Teoria da Ação Mediada seja obtida, as ideias de Vigotski e Bakhtin devem ser exploradas primeiramente. Com relação a Vigotski principalmente no que tange a três aspectos: 1) a confiança na análise de desenvolvimento genética; 2) a afirmação de que funções mentais superiores no indivíduo são decorrentes de sua vida social; e 3) a afirmação de que as ações humanas, tanto no plano social quanto individual, são mediadas por signos e ferramentas (CIRINO, 2012; PEREIRA; OSTERMANN, 2012; WERTSCH, 1991). Já as principais ideias de Bakhtin a serem exploradas são os conceitos de vozes, dialogia e gêneros discursivos. É exatamente sobre essas ideias que influenciaram a teoria de Wertsch que as seções seguintes discorrem. Estes pontos são apresentados, em sua maioria, da forma que Wertsch os interpretou e relatou no livro *Voices of the Mind*.

3.1.1. Vigotski e os estudos socioculturais da mente

Lev S. Vigotski foi um psicólogo russo que teve uma vida relativamente curta: faleceu em 1934, aos trinta e sete anos de idade, resultado de uma tuberculose, porém com uma grande produção intelectual que só veio a ser conhecida no ocidente décadas após sua morte. É um dos pensadores que revolucionou a psicologia, defendendo o ponto de que o desenvolvimento intelectual nas crianças se dá à partir da sua interação com o meio social.

Esta interação com o meio social faz parte da premissa básica para uma aproximação sociocultural à mente: ações humanas são mediadas e não podem ser

separadas do meio social em que acontecem (WERTSCH, 1991). Assim, o meio social e, conseqüentemente o contexto sociocultural, são fundamentais na análise do desenvolvimento de e das próprias ações humanas. Quando Wertsch usa a expressão sociocultural quer dar ênfase à forma que as ações, mais especificamente as ações mentais, estão situadas nos contextos cultural, histórico e institucional (CIRINO, 2012). O autor afirma que, de certa forma, a expressão sócio-histórico-cultural seria mais apropriada, mas também seria muito mais incômoda (WERTSCH, 1991).

De acordo com Wertsch (1991), os estudos socioculturais de Vigotski apresentam três temas básicos (citados anteriormente) que são intimamente interligados e a maneira que um pressupõe o outro é fonte de muito de sua força teórica. Apesar dessa interligação não permitir que uma característica possa ser observada sem a presença das outras, é didaticamente viável analisá-las separadamente.

- Análise de desenvolvimento genética

A principal ideia aqui é a de que muitos aspectos do funcionamento mental são passíveis de entendimento se entendermos suas origens e as transformações que tais aspectos sofreram (WERTSCH, 1991). Os estudos de Vigotski englobam diferentes domínios genéticos, desde a filogênese até a história sociocultural. A primeira exige o desenvolvimento fisiológico do indivíduo para que funções mentais superiores possam surgir, ou seja, é centrada no sujeito, ao passo que a segunda defende que processos cognitivos são desencadeados como uma recapitulação da história da sociedade, isto é, são muito dependentes do contexto. Apesar disso, a contribuição original de Vigotski está centrada na ontogênese (GIORDAN, 2008), em parte devido às situações práticas enfrentadas por ele durante seu trabalho (WERTSCH, 1991). Na ontogênese existem

múltiplas forças de desenvolvimento agindo simultaneamente em um indivíduo no surgimento das funções mentais superiores. Segundo Wertsch (1991), Vigotski chegou a separá-las em duas linhas de desenvolvimento: uma cultural, ou social, relativa ao domínio dos meios mediacionais (como a linguagem ou signos) e uma natural que inclui o desenvolvimento e maturação corporal. Assim, existe uma interação entre essas duas linhas de desenvolvimento que cria as mudanças e evoluções dos processos mentais nos indivíduos.

Vigotski não se aprofundou nos estudos sobre a linha natural de desenvolvimento, porém explorou bem como as crianças dominam meios mediacionais, principalmente a linguagem (WERTSCH, 1991), e este ponto influenciou de maneira marcante a teoria de Wertsch.

- Funções mentais superiores e a vida social

Um marco de Vigotski é a proposição da "lei genética geral do desenvolvimento cultural":

Qualquer função no desenvolvimento cultural da criança aparece duas vezes. Primeiro ela aparece no plano social, e então no plano psicológico. Primeiro ela aparece entre as pessoas como uma categoria interpsicológica, e então dentro da criança como uma categoria intrapsicológica. (VIGOTSKI, 1981, p. 163 *apud* GIORDAN, 2008, p. 36)

Segundo Wertsch, a compreensão do funcionamento intermental⁷ é a chave para compreender o funcionamento intramental de um indivíduo, uma vez que o primeiro é precursor do segundo. A citação de Vigotski feita por Wertsch "[...] social relations or

⁷ Seguindo a recomendação de Wertsch (1991), serão utilizados os termos "intermental" e "intramental" como traduções dos termos *interpsikhicheskii* e *intrapsikhicheskii*, respectivamente, normalmente traduzidos como interpsicológico e intrapsicológico.

relations among people genetically underlie all higher functions and their relationships" (VIGOTSKI, 1981 *apud* WERTSCH, 1991, p. 26) também mostra que a lei genética geral do desenvolvimento cultural está ligada com a análise genética, isto é, o funcionamento intramental é originado nos processos intermentais, portanto existe um desenvolvimento passível de compreensão nos moldes da análise genética.

Aqui é importante destacar dois pontos: 1) o desenvolvimento individual não é uma simples cópia dos processos sociais (WERTSCH, 1991), tais processos influenciam na internalização de funções e, conseqüentemente, alteram a estrutura interna psicológica de um sujeito. A ideia de transições genéticas que a lei genética geral do desenvolvimento cultural pressupõe inviabiliza esta colocação sobre simples cópia dos processos sociais; e 2) o termo "mente" deve levar em consideração o aspecto social: a noção de função mental pode ser utilizada para processos sociais e/ou individuais (WERTSCH, 1991).

A relação entre a vida social e as funções mentais fica clara quando a zona de desenvolvimento proximal é observada. Ao analisar o desenvolvimento cognitivo de crianças, Vigotski afirmou que existem dois níveis de desenvolvimento psicológico nelas: o desenvolvimento real, no qual a criança consegue resolver problemas de forma independente, por si só, e o desenvolvimento potencial, no qual ela só consegue resolver problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com parceiros mais capazes. A zona de desenvolvimento proximal é a distância entre esses dois níveis (PEREIRA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2009; WERTSCH, 1991). Essas afirmações sobre os níveis de desenvolvimento psicológico e suas relações explicitam o interesse de Vigotski nos planos de funcionamento inter e intramentais delineados na sua lei genética geral do desenvolvimento cultural.

- A mediação por signos e ferramentas

O terceiro aspecto das ideias vigotskianas que influenciaram Wertsch é a afirmação de que as funções mentais superiores e, conseqüentemente, as ações humanas são mediadas por ferramentas ("ferramentas técnicas") e por signos ("ferramentas psicológicas") (CIRINO, 2012; GIORDAN, 2008; WERTSCH, 1991). Apesar dessa afirmação, Vigotski explorou mais as ferramentas psicológicas, com especial atenção à linguagem humana e seu papel no funcionamento inter e intramentais (WERTSCH, 1991). O foco de Vigotski era maior na maneira que tais ferramentas são parte de e medeiam as ações humanas.

Seguindo sua metodologia de estimulação dual, na qual apresentava um problema, uma tarefa, depois disso introduzia um meio mediacional e buscava compreender as diferenças nos resultados (CIRINO, 2012; WERTSCH, 1991), Vigotski observou que a inclusão de signos na ação transforma tal ação: a incorporação de meios mediacionais não facilita a ação, necessariamente, mas sim altera a forma que ela é realizada e os dispositivos ativados para tal execução.

Assim, a alteração que os meios mediacionais imprimem na ação tem uma consequência: alguns meios mediacionais tem uma predisposição maior para serem usados do que outros em certas situações ou com certos objetivos. Wertsch (1991) usa a linguagem como exemplo: algumas formas de falar e/ou de pensar são mais fáceis, ou mais adequadas de serem utilizadas em determinada situação. Essa é, para Wertsch, uma das características que envolvem o potencial semiótico de um meio mediacional.

Vigotski tinha interesse especial em dois potenciais semióticos dos meios mediacionais em seus estudos: o de desenvolvimento de conceitos e o da transferência

da fala social para a fala egocêntrica e desta para a fala interna (GIORDAN, 2008; WERTSCH, 1991).

Em relação ao desenvolvimento de conceitos, Vigotski aborda o pensamento por conceitos como uma nova atividade intelectual, uma nova forma de conduta que indivíduos desenvolvem e que possui um mecanismo diferente, além de se diferenciar de outras atividades por ser uma função com estrutura e constituição próprias (GIORDAN, 2008). O pensamento conceitual tem como base psicológica o uso "funcional da palavra para orientar deliberadamente a atenção, a abstração, a seleção de atributos e de sua síntese e simbolização com o auxílio do signo" (GIORDAN, 2008, p. 44); esses são exemplos de atividades específicas dessa forma de pensamento. Wertsch (1991) também exemplifica tais atividades com o interesse de Vigotski nos "conceitos científicos", que têm suas atividades semióticas peculiares (elaborar definições, por exemplo), diferentes das atividades semióticas características dos "conceitos do dia-a-dia" (baseadas nas experiências cotidianas dos alunos). Essa nova forma de conduta intelectual é influenciada pela inserção do indivíduo em esferas sociais com ideologias próprias, como a ciência, arte e religião, isto é, tem uma natureza social (GIORDAN, 2008), mostrando claramente a relação entre esse potencial semiótico e a lei genética geral do desenvolvimento cultural.

Vigotski propõe a ocorrência de fases no desenvolvimento até o pensamento por conceitos: o pensamento sincrético, o pensamento por complexos e, finalmente, o pensamento por conceitos. Nessa exploração, Vigotski refuta a semelhança entre as naturezas do pensamento das crianças e dos adultos, dizendo que, ao utilizar a mesma palavra, operações mentais distintas são realizadas pela criança e pelo adulto (GIORDAN, 2008): para a criança a palavra tem função nominativa, de indicação, servindo para nomear o objeto - característica associada ao pensamento por complexos;

ao passo que para o adulto - que pensa por conceitos - a palavra tem função significativa, relacionada a uma função de abstração, configurando uma generalização. Giordan (2008) exemplifica a generalização que pode ocorrer com o uso de nomes para a classificação de compostos orgânicos no ensino de Química. Um indivíduo que não utilize os mecanismos intelectuais relacionados aos conceitos pode, por exemplo, simplesmente memorizar os nomes de compostos orgânicos a partir das regras de nomenclatura, usando estes termos com uma função indicativa. Já o pensamento por conceitos vincula "a nomenclatura, portanto as designações dos compostos, às propriedades das substâncias e dos seus entes constitutivos, as moléculas", assim reconhecendo "a construção de regras de classificação como um procedimento essencialmente científico, típico da forma de pensar o mundo por meio dos conteúdos da Química" (GIORDAN, 2008, p. 101).

Dessa forma, os conceitos relacionam-se à descontextualização dos meios mediacionais e a estabilidade de significado que eles podem ter em diferentes contextos. Essa descontextualização resulta do domínio de formas abstratas de raciocínio associadas com os tipos de tarefas encontradas na escolarização formal (WERTSCH, 1991). Deve ficar claro que a atividade semiótica não é, por si só, descontextualizada, sempre está ligada ao contexto em que ocorre, os meios mediacionais é que são descontextualizados e portanto são os objetos abstratos de reflexão.

Já o potencial semiótico que explora a transferência da fala interna trata da diferenciação das funções da fala durante o desenvolvimento de um indivíduo: o processo em que a criança toma contato com a fala social, durante seu crescimento, implica na diferenciação de funções que a fala pode ter e culmina em falas egocêntrica e comunicativa bem diferentes uma da outra. Vigotski diz que conforme as funções da fala tornam-se cada vez mais diferenciadas, a fala egocêntrica é transformada em fala

interna (WERTSCH, 1991); este é, portanto, a maneira que permite interpretar trânsitos sociológicos e linguísticos do plano exterior para o interior, o processo de internalização. Uma vez que a fala egocêntrica é formada pelo contato com a fala social, isto é, derivada de formas de atividades sociais coletivas, fica novamente clara novamente a relação deste processo com a lei genética geral do desenvolvimento cultural, como é bem destacado por Giordan (2008).

Os exemplos citados até o momento explicitam a interligação que há entre as três ideias presentes no trabalho de Vigotski que foram importantes na elaboração do construto teórico de Wertsch. A seguir, as ideias de Bakhtin serão apresentadas.

3.1.2. Bakhtin: vozes, dialogia e gêneros discursivos

A vida, complexa e difícil, de Mikhail Mikhailovich Bakhtin na União Soviética apresenta complicações ao tentar ser traçada, como a de muitos outros nos anos após a revolução russa. Wertsch (1991) cita sua prisão em 1929 por crimes políticos que não têm natureza clara e o exílio interno que ele sofreu nos primeiros anos da repressão de Stalin, por exemplo. Essa incerteza sobre sua vida se estende à sua obra e existe a discussão (e confusão) sobre a autoria de diversos textos que foram atribuídos a Bakhtin e a outros, como Medvedev e Voloshinov. A obra *Marxismo e Filosofia da Linguagem* é um desses casos: é incerto o fato se seu autor é Bakhtin (GIORDAN, 2008) ou Voloshinov (WERTSCH, 1991). Apesar disso, conforme Wertsch pressupõe, Bakhtin estava, de uma forma ou de outra, envolvido nesses textos e, sem dúvidas, contribuiu para diversas áreas do conhecimento, além do campo dos estudos literários, que era o foco principal de sua teoria do enunciado e dos conceitos de dialogicidade, polifonia e voz (GIORDAN, 2008).

A importância de Bakhtin se dá na extensão de suas ideias para a contextualização sociocultural da ação mediada, uma vez que Vigotski faleceu sem consolidar estudos sobre a ligação entre as funções mentais do indivíduo e os aspectos culturais, históricos e institucionais, necessários para uma teoria mais compreensiva sobre as funções mentais com uma aproximação sociocultural.

Bakhtin tinha interesse na linguagem e comunicação humana, porém com um enfoque diferente da linguística, levando em conta a utilização das palavras no mundo real, a linguagem inserida nos diversos contextos e como essa comunicação acontece entre os indivíduos, isto é, abordando os aspectos institucionais do comportamento humano (GIORDAN, 2008). Essa área de estudos recebe o nome de "translinguística"⁸ (WERTSCH, 1991).

Na translinguística os enunciados tem papel fundamental, são as "unidades reais da comunicação falada" (WERTSCH, 1991, p. 50, tradução nossa), são materializações da interação verbal e dois conceitos constituem a base da translinguística: voz e dialogicidade.

O conceito de voz vem da noção de que todo enunciado é proferido por uma personalidade falante, uma consciência falante (WERTSCH, 1991). Em outras palavras: "a consciência adquire forma e existência nos signos criados por um grupo organizado no curso de suas relações sociais" (BAKHTIN, 1997 *apud* GIORDAN, 2008). Assim, os enunciados são produzidos no fluxo da comunicação por uma consciência, uma voz falante, que interage com outras vozes, para as quais ela responde e suscita respostas (GIORDAN, 2008), logo, um enunciado só pode existir quando expressado por uma

⁸ Wertsch prefere usar o termo "translinguística" no lugar de "metalinguística" de Bakhtin, pois afirma que há numerosos significados ligados ao termo "metalinguística" em estudos contemporâneos da língua e que o termo *meta-* tornou-se banal na academia ocidental. Essa denominação também será adotada neste trabalho.

voz, por um ponto de vista. Bakhtin considera isso como um processo e não a localidade do enunciado (WERTSCH, 1991).

A interação entre as vozes implica que em todo enunciado existem várias vozes envolvidas, um enunciado nunca é emitido com uma voz isolada. Pelo menos duas vozes estão envolvidas: a do que produz o enunciado e a voz daquele a quem o enunciado é endereçado, pois a voz do interlocutor é considerada na produção do enunciado pelo falante (WERTSCH, 1991). Uma consequência da afirmação de que nenhum enunciado é produzido por uma única voz é que a compreensão de um enunciado em um diálogo é o encontro das vozes do falante e do interlocutor: o segundo invocando sua voz para compreender o enunciado que, por sua vez, foi produzido pelo primeiro levando em consideração a voz daquele a quem se endereçava.

Essa sequência de vozes sendo evocadas, tanto por aquele que produz o enunciado como por aquele a quem o enunciado é endereçado, resulta na afirmação de que todo enunciado é um elo numa corrente do diálogo (WERTSCH, 1991): o enunciado pronunciado agora é uma resposta aos enunciados anteriores e já prevê o próximo enunciado, isto é, "os processo de interação verbal são ininterruptos, ou seja, não têm começo nem fim" (GIORDAN, 2008, p. 65). Portanto, sempre há uma resposta por parte do interlocutor a um enunciado que foi recebido, seja tal resposta uma citação de outra voz, formulação de argumentos para contornar contra-argumentos, ou até mesmo o processo de compreensão do enunciado, conforme descrito por Pereira, Ostermann e Cavalcanti (2009): a compreensão de cada palavra de um enunciado é realizada com uma série de palavras correspondentes, levantadas em réplica pelo interlocutor. É importante notar que o destinatário de um enunciado pode estar separado temporal, espacial ou socialmente do falante, como no caso de textos escritos, por exemplo, sem que, contudo, a interação entre suas vozes deixe de acontecer.

O fato de que pelo menos duas vozes estão sempre presentes, interagem entre si e tem consciência uma(s) da(s) outra(s), na produção de um enunciado é a base da dialogicidade de Bakhtin. Para ele, todo processo de comunicação humana, de compreensão de enunciados, é dialógico por natureza, apresenta dialogia entre duas ou mais vozes.

Como a translingüística tem foco na linguagem dentro de seus contextos reais de utilização, Bakhtin explorou a elaboração de enunciados em determinadas esferas da atividade humana e observou que diferentes estratos sociais, ligados a diferentes atividades, por exemplo, têm tipos de enunciados relativamente estáveis, isto é, existem discursos peculiares a estratos sociais específicos dentro de um dado sistema social em um dado tempo (WERTSCH, 1991). A cada tipo de discurso peculiar assim definido, Bakhtin deu o nome de linguagem social e os exemplos dados por Bakhtin, descritos por Wertsch (1991), são os jargões profissionais, linguagens de diferentes gerações e faixas etárias e a linguagem de diferentes autoridades de diversos círculos sociais.

Para Bakhtin as linguagens sociais sempre são usadas por um falante ao emitir um enunciado e isso limita o que a sua voz individual pode falar, uma vez que encontra-se limitado por aquela linguagem social específica (WERTSCH, 1991). Entretanto é possível notar a influência de outras vozes, que não a do emissor, nos enunciados nessas situações. Isto é explicado pela apropriação das palavras e termos que os falantes fazem ao tomar contato com tais linguagens sociais, por meio de outros falantes. Em outras palavras, uma palavra não pertence a alguém específico, é sempre dividida com outro alguém, só se torna propriedade de um locutor após ser utilizada com sua própria intenção, com seu próprio acento, adaptando suas próprias intenções semânticas e expressivas (PEREIRA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2009; WERTSCH, 1991). Antes desse processo de apropriação, a palavra não existe em uma linguagem neutra e

impessoal, sempre esteve na boca de um ou outro falante, com suas características, intenções, etc.

Bakhtin observou que não há uma clara divisão entre diferentes linguagens sociais, como um termo ou marcação gramatical utilizados sempre por certa classe social. Já em outros tipos de discurso, ele conseguiu identificar estas divisões claramente. Assim, a conclusão alcançada é que as linguagens sociais não são suficientes para interpretar a complexidade da ação discursiva (AIRES, 2003; CIRINO, 2012). A ideia de gêneros discursivos entra em cena aqui. Gênero discursivo não é uma forma de linguagem, e sim uma forma peculiar de enunciado que contém termos e expressões características. Dentro de um gênero, as palavras adquirem significados característicos, que estão ligados à certas circunstâncias (BAKHTIN, 1986 *apud* WERTSCH, 1991). Logo, existem tantos significados para as palavras utilizadas quanto circunstâncias existentes. Estas circunstâncias estão, por sua vez, ligadas aos contextos em que a ação comunicativa acontece. Portanto, gêneros discursivos são formas de discurso que estão ligadas intimamente às situações em que tais discursos são proferidos.

Dessa forma, a linguagem social tem relação com os tipos de falante, ao passo que os gêneros discursivos, com os tipos de enunciados produzidos em situações típicas de comunicação verbal (PEREIRA; OSTERMANN, 2012) e a produção de qualquer enunciado envolve a apropriação de pelo menos uma linguagem social e um gênero discursivo (WERTSCH, 1991). Apesar do fato de que os dois construtos podem ser vistos como separados analiticamente, normalmente, são encontrados conectados, como o exemplo dado por Wertsch (1991) sobre militares: falantes de certa classe social são os que invocam o gênero discursivo de comandos militares.

Estes construtos teóricos de Bakhtin fundamentaram a influência dos contextos cultural, histórico e institucional na ação mediada.

3.1.3. A contribuição de Wertsch

Wertsch tinha interesse em integrar diversas áreas do conhecimento, como a filosofia, história, política, sociologia, antropologia e educação, à psicologia para buscar compreender o funcionamento da mente humana (CIRINO, 2012; GIORDAN, 2008; WERTSCH, 1991) e sair da visão de processos mentais ocorrendo no vácuo, sem considerar um panorama mais amplo. Normalmente, as explicações para as ações são formuladas apenas com base em "ter" ou "não ter" determinadas capacidades mentais e isso é criticado por Wertsch. Para ele, essa é a maneira incorreta de formular a questão e então propõe a analogia da "caixa de ferramentas".

Nessa analogia, um indivíduo possui diversas ferramentas à sua disposição, em uma caixa de ferramentas, e escolhe uma delas para realizar certa ação em uma dada situação. A definição de ferramentas é derivada das ideias de Vigotski de ferramentas técnicas e psicológicas e, ao considerar a situação em que a ação ocorre, não exclui os aspectos cultural, histórico e institucional da ação, uma das preocupações de Bakhtin e por isso tais ferramentas recebem o nome de ferramentas culturais. É importante salientar que as ações aqui descritas englobam toda forma de ação humana, inclusive a ação mental (PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

Dessa forma ao invés de questionar se alguém tem ou não certa capacidade mental, a pergunta a ser feita aqui é: por que determinada ferramenta, e não outra disponível, foi utilizada naquela situação? Isso implica em retornar a ação mediada ao centro da análise (WERTSCH, 1991), excluindo a análise à partir dos meios mediacionais isolados ou das ações em si, ou seja, não partir para o extremo da semiótica ou da teoria da atividade (GIORDAN, 2008). Porém a seleção da ferramenta (ou meio mediacional) não torna-se

o único ponto importante nessa análise, o domínio de tais ferramentas também é relevante (WERTSCH, 1991).

Wertsch continua a desenvolver a analogia da caixa de ferramentas e utiliza a ideia da heterogeneidade de Tulviste para explicar a natureza dessa analogia. Segundo Wertsch (1991), Tulviste afirma que um indivíduo não tem apenas uma única forma, homogênea, de pensamento, existe uma heterogeneidade: diferentes maneiras de pensamento verbal. Isto resulta em diferentes maneiras qualitativas de representar o mundo e agir sobre ele (PEREIRA; OSTERMANN, 2012; WERTSCH, 1991).

Uma vez que a linguagem natural é um dos meios mediacionais utilizados pelo homem, sua relação com a heterogeneidade e, conseqüentemente, com a analogia da caixa de ferramentas, é explicada por Wertsch ao retornar aos conceitos de linguagens sociais e gêneros discursivos de Bakhtin: é possível distinguir as diferentes ferramentas culturais (ou tipos de pensamento verbal) dentro de uma linguagem natural de acordo com as características que diferenciam as distintas linguagens sociais ou gêneros discursivos (PEREIRA; OSTERMANN, 2012; WERTSCH, 1991). Assim, Wertsch propõe gêneros discursivos como candidatos a ferramentas culturais, quando a linguagem natural é o meio mediacional utilizado. Wertsch dá ênfase à linguagem, entretanto Giordan (2008) destaca que as ferramentas podem incluir outros meios mediacionais além das formas enunciativas, como computadores e seus softwares ou sistemas numéricos. Isso mostra a abrangência da ferramenta de análise proposta pelo psicólogo americano: ela possibilita a análise de enunciados ou outras ferramentas com o mesmo referencial metodológico (GIORDAN, 2008). Esta abrangência reflete-se na literatura, onde encontram-se trabalhos que utilizaram esta teoria como apoio teórico em atividades educacionais mediadas pelo computador (para exemplos veja Cirino (2012), Giordan (2005) e Pereira, Ostermann e Cavalcanti (2009)).

A analogia da caixa de ferramentas refuta a separação entre indivíduo e ambiente, entre o sujeito e o contexto, e uma implicação dessa posição é que toda ação é mediada (GIORDAN, 2008): não é possível desvincular o meio mediacional da ação. Isto é primordial na aproximação de Wertsch, tanto que a ação mediada é a unidade de análise, mas o agente da ação é descrito como pessoa(s)-agindo-com-meio-mediacional e não apenas o indivíduo (WERTSCH, 1991). O meio mediacional só cumpre seu papel no momento da ação, fazendo parte dela. Essa posição resulta em uma "tensão irreduzível" entre os agentes e as ferramentas culturais utilizadas, sobre a qual Pereira e Ostermann apresentam um ótimo exemplo:

[...] considere um exemplo relativo à memória envolvendo o uso de uma ferramenta cultural que só surgiu na sua forma atual nos últimos anos: a internet. Um professor de física decide indicar um livro sobre a teoria da relatividade a um de seus alunos. No entanto, ele não consegue lembrar do título do livro, nem do nome do autor em questão. Para resolver esse problema, ele vai até a sala dos professores, utiliza um dos computadores da escola para entrar em um site de busca da internet e digita as seguintes palavras-chave: livro; relatividade. A seguir, uma lista de sites de vendas aparece na tela do computador de modo que ele pode consultar um catálogo eletrônico e verificar os títulos à venda até reconhecer aquele que ele estava tentando lembrar. Uma questão fundamental, do ponto de vista da aproximação sociocultural, é a seguinte: quem lembrou? À primeira vista, a resposta parece ser “o professor”, uma vez que um agente ativo precisou estar envolvido para conduzir a busca na internet. No entanto, o professor, ao menos naquele momento, não foi capaz de lembrar sozinho (isto é, sem a ajuda do site de busca da internet) o título do livro e o nome do autor em questão. Tal observação parece sugerir que talvez a “internet” deva receber os créditos pela lembrança. Mas a internet, por si só, é incapaz de fornecer espontaneamente as informações que o professor estava tentando lembrar. Do ponto de vista da ação mediada, ambos (agente e ferramenta cultural) estavam envolvidos num sistema de memória distribuída, de modo que a resposta mais adequada à questão formulada acima é: o professor atuando junto com o site de busca da internet. (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 26-27)

Após essas considerações, devemos voltar para a questão que deve ser feita quando a analogia das caixas de ferramentas é utilizada: por que determinada ferramenta, e não outra disponível, foi utilizada naquela situação? Fundamentando ainda mais a sua teoria, Wertsch (1991) propõe a ideia de privilegiação: é a visão que um indivíduo tem de que um meio mediacional é mais adequado ou eficaz que outros em certo contexto sociocultural. Este processo de privilegiação é psicológico e existe a influência de fatores sociais nele, uma vez que "a escolha de uma ferramenta cultural pode basear-se fortemente na orientação de outros, proporcionada através da interação social" (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 34). Essa orientação, e conseqüentemente o processo de privilegiação, acontece, em um primeiro momento, em um plano intermental e depois torna-se um processo intramental, ou "auto-imposto" (WERTSCH, 1991). Como exemplo, podem ser citadas as situações no ensino formal, em que os estudantes tomam contato e interagem com diferentes gêneros discursivos e linguagens sociais, o que pode proporcionar a apropriação de termos específicos por eles e o domínio das regras para empregar certo gênero discursivo em um dado contexto sociocultural.

Finalmente, Wertsch se virou para o que na ontogênese vigotskiana é chamada de internalização. O primeiro ponto, conforme citado por Giordan (2008) é que a ação mediada considera a permanente tensão que há entre os processos mentais e a ação externa, o que inviabiliza considerar processos internos como opostos aos externos, ou uma dualidade mente-corpo para tratar da internalização. Assim, a internalização como vista na ontogênese não se encaixa na Teoria da Ação Mediada e Wertsch propôs duas ideias para tratar dessa questão: domínio e apropriação.

A noção de domínio está relacionada em "saber como usar habilmente o meio mediacional" (WERTSCH, 1998 *apud* GIORDAN, 2008) e não "saber o que". A noção de domínio oferece vantagens sobre a internalização, pois, conforme destaca Wertsch, existem algumas funções que são realizadas no plano exterior que não são passíveis de serem trazidas para o plano interior, como a internalização defende. Nessas funções, a ferramenta cultural faz seu trabalho realizando parte do pensamento, isto é, auxiliando o indivíduo ao reduzir a questão a tarefas que são passíveis de realização por ele. Giordan (2008) dá o exemplo da multiplicação de números contendo diversos algarismos: diz que essa tarefa nunca chega a ser completamente internalizada, o que ocorre é o domínio de uma ferramenta cultural, o algoritmo da multiplicação. Portanto a ideia de domínio pode ser aplicada a praticamente qualquer forma de ação mediada (PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

A noção de apropriação deriva de Bakhtin, já citada quando foi abordada a apropriação de termos e palavras realizada por um falante de uma língua. Tem relação ao processo pelo qual um sujeito toma algo de outro e o torna seu, próprio (GIORDAN, 2008; PEREIRA; OSTERMANN, 2012) o que implica em resistência de alguma natureza no uso das ferramentas culturais por um indivíduo. A apropriação é a aceitação e reconhecimento do valor de uso de uma ferramenta cultural em novas situações determinadas por diferentes fatores socioculturais, situações estas que sejam distintas da inicial em que o sujeito tomou contato com a ferramenta. Como exemplo, Giordan (2008) usa as equações químicas: um aluno pode dominar seu uso na situação da sala de aula de Química, para resolver certos problemas, sem que, contudo, reconheça sua utilidade nas aulas de Biologia ou Física ou na interpretação de notícias da mídia ou dos fenômenos que ocorrem na cozinha de sua casa.

Este exemplo mostra como um indivíduo pode ter domínio sobre uma ferramenta sem, contudo, se apropriar dela, ou seja, o domínio de uma ferramenta cultural não implica, necessariamente, na sua apropriação (GIORDAN, 2008; PEREIRA; OSTERMANN, 2012). Isso também resulta no fato de que o domínio e a apropriação de certa ferramenta cultural estejam correlacionados em maior ou menor grau (CIRINO, 2012). Existem fatores que podem identificar esta correlação, como os exemplos: "comprometimento, resistência, autonomia do agente em executar ações com propósitos específicos" (GIORDAN, 2008, p. 97).

Portanto, atividades de ensino não devem apenas apresentar o problema e, depois disso, as ferramentas culturais para solucioná-lo, o que auxiliaria a encontrar informações sobre o domínio dos estudantes, mas sim criar situações em que a aceitação dessas ferramentas pelos estudantes também seja avaliada. Em outras palavras: atividades de ensino não devem apenas avaliar o domínio dos alunos sobre os meios mediacionais, mas também avaliar a apropriação das ferramentas culturais por eles.

Assim, a teoria de James Wertsch se apresenta como um referencial teórico que possibilita a análise da utilização das ferramentas culturais pelos indivíduos, ferramentas que são encontradas no software utilizado nas atividades desse trabalho e que mediaram a interação entre os participantes.

As principais ferramentas que o Adobe Connect® oferece são: o bate-papo (que permite a troca de enunciados escritos), microfone (que permite a troca de enunciados falados), a área para respostas do *pod* de pesquisa, as notas da discussão, os *emoticons*, a seta e a caneta do *pod* de compartilhamento. Com elas, a interação pôde ser realizada a distância; entretanto houve outras ferramentas que foram utilizadas pelos participantes para a realização de tarefas específicas relacionadas ao tema das aulas (titulações ácido-base) que também podem ser analisadas dentro do referencial de Wertsch, das quais

destacam-se: tabelas com informações sobre indicadores ácido-base e equações matemáticas e químicas. Esse segundo tipo de ferramentas foram fornecidas pelo professor no decorrer dos encontros online e com seu uso, o domínio e apropriação dos conceitos químicos pelos alunos podem ser observados⁹.

Com as especificações de algumas das ferramentas culturais presentes nas atividades, a seção sobre o referencial de análise é encerrada. Entretanto ainda falta apresentar o que foi procurado nessa análise, tópico fundamentado em um segundo referencial teórico, o tema da próxima seção.

3.2. O conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (TPACK)

Existem diversos exemplos de como dar aulas presencialmente, sejam bons ou ruins: personagens de programas de televisão, filmes ou outras mídias, além de nossa própria experiência como alunos em cursos presenciais. A partir dessa observação, Claire Howell Major (2015) diz que temos uma ideia de como nos portar, de como ensinar em cursos presenciais, antes mesmo de começarmos essa atividade. A autora também aponta que não temos esses mesmos modelos para cursos online, uma vez que não são temas de filmes, por exemplo, e dificilmente tomamos parte em um curso dessa natureza. Assim, não temos exemplos práticos de como proceder para ensinar online. E não pode-se esquecer que a inserção das tecnologias nessa modalidade de ensino muda a forma com que o processo ocorre e, junto dessa alteração, novos conhecimentos são exigidos dos docentes.

Segundo Shulman (1986 apud MAJOR, 2015), docentes devem possuir dois tipos de conhecimento: o conhecimento de conteúdo (ou CK, sigla para *content knowledge*) e

⁹ Conceitos químicos segundo a perspectiva de conceitos de Vigotiski, apresenta na seção 3.1.1.

o conhecimento pedagógico (ou PK, sigla para *pedagogical knowledg*). CK inclui os princípios, teorias e conceitos de uma disciplina em particular, isto é, é o conhecimento relativo à área de conhecimento específica do docente, o que deve ser aprendido ou ensinado (KOEHLER; MISHRA, 2009). Já PK é um conhecimento sobre o ato de ensinar em si, compreendendo técnicas e maneiras de ensinar, além da compreensão de como a aprendizagem acontece (teorias de ensino e aprendizagem), ter habilidades de organização da sala de aula, planejamento de conteúdos e avaliações dos estudantes (KOEHLER; MISHRA, 2009).

Major (2015) apresenta a preocupação de Shulman durante seus estudos na década de 1980 sobre uma divisão abrupta entre CK e PK e como ele defende a ideia de uma sobreposição entre essas áreas, na qual ocorre um ensino eficaz. Essa sobreposição é a intersecção, a combinação de CK e PK, mais conhecida como conhecimento pedagógico do conteúdo (ou PCK, sigla para *pedagogical content knowledge*) que é "aquele amálgama especial de conteúdo e pedagogia que é província exclusiva de professores, sua forma especial de entendimento profissional" (SHULMAN, 1986, p. 6 apud MAJOR, 2015, p. 26, tradução nossa). As palavras de Claire auxiliam na compreensão do conceito de PCK de Shulman: "é a combinação peculiar de conhecimento de conteúdo e pedagogia combinados com uma profunda compreensão de como transmitir estes elementos para os alunos" (MAJOR, 2015, p. 26, tradução nossa). Dessa forma, PCK inclui os conhecimentos e integração entre o ensino, a aprendizagem, o currículo, a avaliação e seu relato, resultando em condições para que a aprendizagem e as ligações entre currículo, avaliação e pedagogia ocorram (KOEHLER; MISHRA, 2009).

Entretanto, quando no quadro a ser analisado entram as TIC's e suas alterações intrínsecas, CK e PK também sofrem mudanças, como a forma em que os conteúdos

podem ser encontrados, expressos e apresentados e as maneiras como o conhecimento pedagógico é aplicado. Além disso, estendendo as ideias de Shulman, Punya Mishra e Matthew Koehler dizem que o conhecimento tecnológico (ou TK de *technological knowledge*) é uma nova dimensão incluída em cenários dessa natureza (KOEHLER; MISHRA, 2009; MAJOR, 2015). O TK relaciona-se com as tecnologias e sua forma de utilização, incluindo saber identificar quando elas podem impedir ou contribuir na obtenção de um objetivo específico (KOEHLER; MISHRA, 2009). TK é importante nesse contexto porque ensinar online com o uso das TIC's é um tipo de atividade específica, diferente do ensino presencial e, conseqüentemente, exige conhecimentos peculiares (MAJOR, 2015). Outra razão para a necessidade de novos conhecimentos é a relação entre tecnologia e conhecimento, um processo iterativo que é evidente na perspectiva do ensino online: nossa concepção de conhecimento modifica nosso contato e entendimento da tecnologia e, simultaneamente, esta mesma concepção de conhecimento é modificada por este mesmo contato e entendimento da tecnologia (MAJOR, 2015). Esse processo de influência entre conhecimento e tecnologia, por sua vez, altera nossa relação com a própria tecnologia, uma vez que "o que sabemos muda o que fazemos, o que então muda o que sabemos" (MAJOR, 2015, p. 29, tradução nossa), característica normalmente encontrada no ensino mediado pelas TIC's. Já este nível de conhecimento tecnológico que o docente deve possuir depende das condições oferecidas na sua prática (existência, ou não, de uma equipe de suporte, por exemplo).

A necessidade de TK para o ensino online trás novas intersecções e combinações entre os diferentes conhecimentos, como pode ser visto na Figura 6.

Surge o conhecimento tecnológico do conteúdo (ou TCK, sigla para *technological content knowledge*) que é a interação entre TK e CK. Mishra e Koehler (2009) defendem que tecnologias podem dar novas e variadas representações do conteúdo

específico de uma área do conhecimento, assim como melhorar a transição entre suas diferentes nuances. Isto resulta no fato de que a escolha de certas tecnologias podem limitar ou possibilitar os conteúdos que podem ser ensinados, da mesma forma que a escolha de determinado conteúdo influencia na tecnologia que pode ser usada para ensiná-lo (KOEHLER; MISHRA, 2009). Portanto, TCK engloba o conhecimento e domínio de diferentes formas de representação do conhecimento possibilitadas pelas tecnologias, junto à compreensão da influência recíproca entre conteúdo e tecnologias.

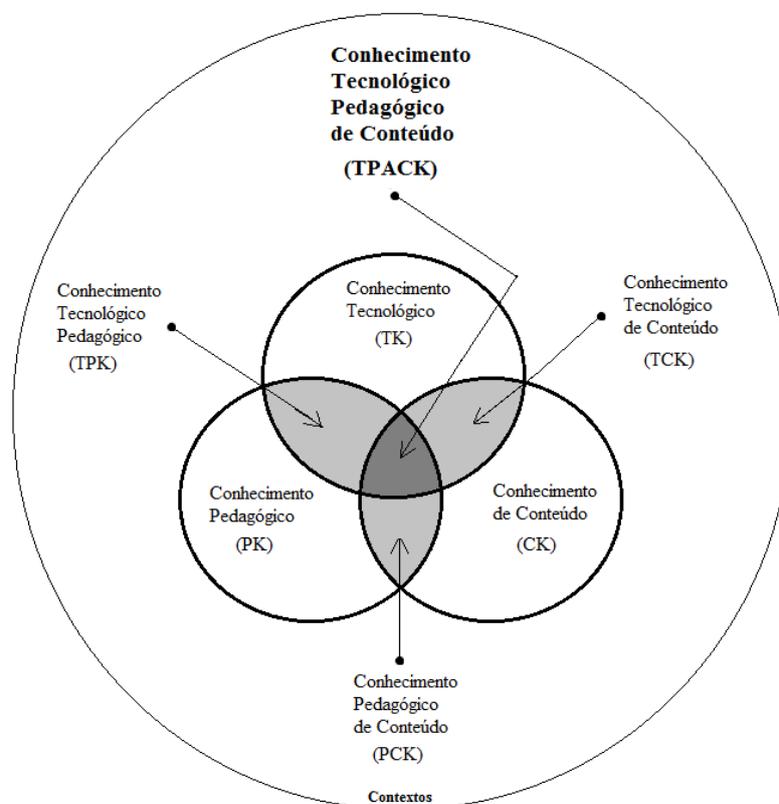


Figura 6. Conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (TPACK). Fonte: adaptado de Major, 2015, p. 30.

Também temos o conhecimento tecnológico pedagógico (ou TPK de *technological pedagogical knowledge*) que é a sobreposição entre TK e PK. Esta intersecção engloba o entendimento de como o processo de ensino e aprendizagem pode

mudar quando determinadas tecnologias são usadas de modos específicos (KOEHLER; MISHRA, 2009), o que implica no conhecimento de diferentes tecnologias, o que fazem e como podem ser usadas em diferentes momentos do ensino para alcançar distintos objetivos (MAJOR, 2015). Em outras palavras, é saber como utilizar as tecnologias no ensino e isso exige um profundo "entendimento das limitações e possibilidades das tecnologias e dos contextos disciplinares nos quais sua função é requerida" (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 65, tradução nossa).

Finalmente tem-se o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (ou TPACK de *technological pedagogical content knowledge*) que vai além dos três conhecimentos "básicos": é a interação, a ação recíproca, a intersecção de TK, PK e CK. TPACK é a combinação dos três conhecimentos que permite que um processo eficaz de ensino e aprendizagem mediado por tecnologias seja alcançado e requer:

[...] um entendimento da representação de conceitos usando tecnologias; técnicas pedagógicas que usem as tecnologias em modos construtivos para ensinar conteúdo; conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis para aprender e como a tecnologia pode ajudar a reparar alguns dos problemas que os estudantes enfrentam; conhecimento dos conhecimentos prévios dos estudantes e de teorias epistemológicas; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para capitalizar conhecimentos existentes para desenvolver novas epistemologias ou fortalecer antigas. (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 66, tradução nossa)

Logo, é necessário que os docentes possuam os três diferentes conhecimentos para ensinar online, porém a interação entre os três é crucial para um melhor aproveitamento nessa tarefa. Se algum dos três conhecimentos não é bem fundamentado, as sobreposições entre eles podem não acontecer tão bem, prejudicando o ensino e a aprendizagem (MAJOR, 2015). Para ilustrar esse ponto, Major (2015) dá um exemplo de uso de um fórum de discussão: o professor pode saber como usá-lo (acessar o fórum,

mandar mensagens, responder e abrir tópicos, cadastrar estudantes, etc.), mas se o docente não tiver ideia de como o fórum influencia na discussão do conteúdo, a atividade não será tão eficaz assim. Da mesma maneira, se não o utilizar de forma útil para instigar os estudantes, o professor apresenta uma falha no TPK, inviabilizando TPACK e, portanto, não sendo tão eficaz no processo de ensino e aprendizagem quanto poderia ser se tivesse os três conhecimentos bem fundamentados. Um último ponto levantado por Major é que o desenvolvimento do TPACK ocorre com o tempo e com o esforço por parte dos docentes.

O referencial proposto por Mishra e Koehler, provavelmente pelo fato de basear-se no trabalho de Shulman, está voltado para os conhecimentos dos docentes, contudo, neste trabalho considera-se que dois dos tipos de conhecimento apresentados (CK e TK) também podem ser dominados (ou até mesmo apropriados) pelos alunos. Isto é decorrente do uso das tecnologias e suas ferramentas pelos estudantes em situações de ensino mediadas pelas TIC's, ou seja, eles tem um conhecimento tecnológico, seja tal conhecimento adquirido no decorrer do curso ou antes dele. Nesse mesmo sentido, ao usar as TIC's, os alunos estão demonstrando determinados conhecimentos do conteúdo específico que está sendo tratado no curso ou aula em questão. Dessa forma, o uso da Teoria da Ação Mediada de Wertsch para analisar o domínio e a apropriação dos alunos sobre as ferramentas de interação disponíveis na atividade, permite que considerações sobre seus TK, CK e sua integração (TCK) sejam também analisados. Na verdade, esse é um dos objetivos deste trabalho, como será visto a seguir.

Com o projeto concebido, seu planejamento e referenciais teóricos adotados apresentados, o próximo capítulo versará sobre os aspectos de sua execução, como os objetivos almejados com a pesquisa, os alunos participantes, a coleta de dados e o que foi analisado

Capítulo 4. O percurso metodológico da pesquisa

4.1. Os objetivos da pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa é analisar a viabilidade da atividade prática proposta, isto é, acompanhar a maneira que a integração EaD/laboratório didático de Química foi aplicada. Nesse sentido, buscou-se identificar a associação entre os três conhecimentos levantados por Major: o conhecimento de conteúdo, o conhecimento tecnológico e o conhecimento pedagógico, mais precisamente:

- o conhecimento de conteúdo e tecnológico dos estudantes e suas possíveis interações;
- como o conhecimento pedagógico utilizado no desenvolvimento das atividades influenciou no conhecimento de conteúdo e tecnológico dos estudantes.

Com os objetivos da pesquisa definidos e explícitos, a escolha de seus participantes, uma breve descrição do desenvolvimento das aulas, seguida das ferramentas de coleta de dados e tratamento prévio dos dados obtidos são apresentados nas próximas seções.

4.2. Os participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa são alunos de graduação da Unesp, matriculados em cursos de Química na modalidade presencial. Todos os alunos foram voluntários e, para a sua escolha, além de ser graduando em Química, o estudante deveria estar entre o primeiro e o quarto semestre de seu curso. O contato com potenciais voluntários foi feito inicialmente via rede social e, posteriormente, por e-mail. De acordo com as

respostas recebidas, buscou-se agendar datas e horários para que os encontros online fossem realizados.

Com a preocupação de investigar as maneiras que os fatores técnicos podem influenciar nas aulas propostas, a conexão dos participantes foi levada em consideração, pois uma conexão de baixa velocidade, por exemplo, poderia prejudicar, ou até mesmo inviabilizar as atividades. Portanto, foram contatados estudantes de diferentes unidades da Unesp, procurando assim refletir condições reais de uso do software: o pesquisador e os alunos estariam em diferentes cidades.

Finalmente, cinco alunos que preenchiam os requisitos procurados e tinham disponibilidade participaram das aulas. Convém notar que eles eram graduandos de duas unidades diferentes da Unesp.

Como pode ser visto no capítulo 2 e no Apêndice I, o conteúdo das aulas inclui a exploração da titulometria ácido-base desde os seus conceitos mais básicos, permitindo que todos os alunos participem das aulas independentemente de seu contato prévio com os conceitos abordados, ou seja, buscou-se uma normalização do conhecimento dos estudantes em relação ao tema. A inserção desses conceitos iniciais (o que são ácidos, bases e indicadores, por exemplo) possibilita que os alunos tomem contato com ideias mais avançadas dos equilíbrios ácido-base em água que regem a titulometria desses compostos, assuntos discutidos no decorrer das duas últimas aulas da sequência didática. Assim, não houve um questionário prévio ou outra ferramenta que buscasse caracterizar os conhecimentos prévios dos voluntários.

4.3. O desenvolvimento das aulas

Conforme descrito na seção anterior, as aulas foram agendadas em datas e horários específicos. Instantes antes do horário combinado, o professor enviava o link da sala de reuniões do Connect® para os alunos por e-mail. A partir desse momento, e até o final da aula, o professor ficava de plantão em uma rede social, para auxiliar os voluntários em eventuais problemas de conexão que poderiam surgir.

Quando todos os estudantes estavam conectados à reunião, a aula tinha início e o material elaborado com os conceitos e conteúdos (material descrito no capítulo 2 e incluso no Apêndice I) era apresentado pelo professor e discutido entre todos os envolvidos. Convém citar que o upload dos slides era feito antes do início do encontro, para agilizar o desenrolar da aula e evitar o gasto de tempo com esse tipo de aspecto técnico.

Os *layouts* e ferramentas do Connect® usados foram os expostos no capítulo 1, logo não é preciso entrar em maiores detalhes sobre seu emprego aqui, sendo o próximo capítulo um local mais adequado para fazê-lo, mas é importante dizer que houve momentos específicos em que determinadas ferramentas deveriam ser utilizadas como, por exemplo, o *pod* de pesquisa para responder uma questão formulada pelo professor, a seta no *pod* de compartilhamento para indicar a estrutura de uma molécula, ou o *pod* de arquivos para recebimento de material para consulta. A maioria desses momentos estava relacionada a uma tarefa proposta pelo professor, buscando utilizar os conteúdos discutidos ou procurar indícios sobre a compreensão dos estudantes sobre esses mesmos conteúdos.

As demonstrações não seguiam uma estrutura rígida, os alunos eram incentivados a escolher um indicador ácido-base para ser usado nas titulações, por exemplo, de acordo com a teoria explorada no decorrer das aulas. Isso configura as demonstrações realizadas como semi-estruturadas, uma vez que faziam parte de uma sequência pré-

definida (apresentada no capítulo 2), porém abria espaço para que os estudantes interferissem no que era executado. Essa característica também vem ao encontro do recomendado na literatura para as atividades demonstrativas no ensino de ciências (ARAÚJO; ABIB, 2003; OLIVEIRA, 2010). Os dados sobre os experimentos realizados - como volumes e concentrações das soluções empregadas - eram sempre colocadas no *pod* de notas da discussão, o que permitia que todos os participantes tivessem acesso a essas informações.

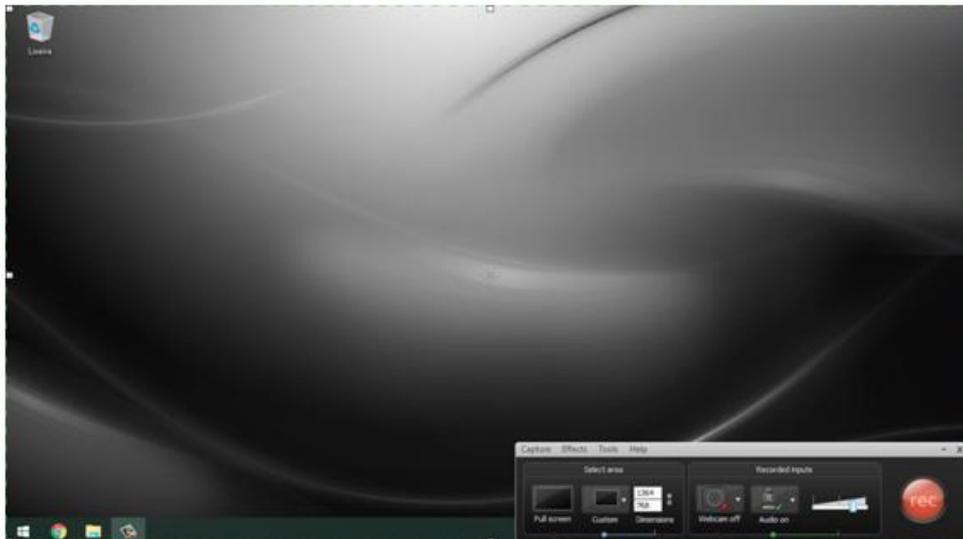
4.4. A coleta de dados

Toda a interação entre os participantes (professor e estudantes) foi realizada com o Adobe Connect®, logo foi necessário registrar a mediação desse software nas aulas a distância. Para este fim, existem aplicativos que permitem a gravação das telas e dos sons do computador, permitindo que tudo o que acontece no Adobe Connect® seja registrado, isto é, toda a interação ocorrida durante as aulas pode ser arquivada na forma de vídeos, para posterior análise. O Camtasia Studio®, da TechSmith® - uma empresa de desenvolvimento de softwares com sede em Okemos, EUA - é um aplicativo que possibilita esse tipo de gravação, porém executa mais funções além dessa. A edição que pode ser feita após a captura das imagens da tela, para confecção de um vídeo final, é um exemplo, e nesta edição diversos efeitos podem ser inseridos, como zoom em uma região específica da tela, colocar anotações no decorrer do vídeo ou em blocos de notas separados, destacar determinados aspectos com ferramentas gráficas, como canetas, setas ou formas geométricas, entre outras. Como os sons do sistema também podem ser registrados com esse programa, toda a interação verbal, isto é, o que os participantes estavam falando durante as aulas pôde ser armazenado. A edição posterior permite que

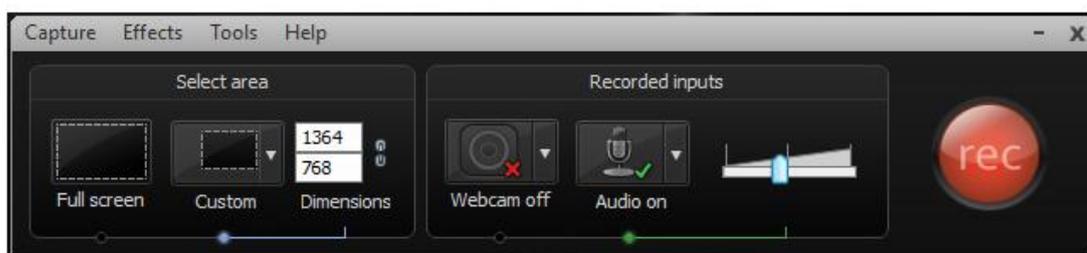
os sons sejam mixados e faixas de áudio inseridas ou trechos de som omitidos. Caso a função seja ativada, o software também grava as imagens do usuário do computador, mostrando suas reações e gestos na frente do computador, entretanto essa funcionalidade não foi utilizada no registro das aulas.

Portanto, o Camtasia Studio® configura-se como ferramenta propícia para a coleta de parte dos dados da pesquisa, pois permite a gravação das interações ocorridas entre os participantes das aulas e isso também mostra como as ferramentas do Adobe Connect® foram utilizadas. Assim, uma cópia do Camtasia Studio® foi instalada no computador pessoal do professor, a máquina utilizada durante todo o projeto que é equipada com processador Intel Core® i5-4210U, com 2 núcleos físicos, clock de 1,7 GHz cada e cache de 3 Mb, HD de 1 Tb, 8,0 Gb de memória DDR3L e tela de led de 14,1 polegadas. A versão do Camtasia Studio® usada foi a 8.3 e a Figura 7 mostra a interface para a gravação da tela e dos sons do computador com esse software.

Na Figura 7 (b) é possível localizar as opções oferecidas pelo Camtasia® para o registro das imagens e dos sons da máquina juntamente com o botão "rec", que dá início à gravação. As linhas verdes tracejadas na Figura 7 (a) indicam a área que será registrada e podem ser modificadas para satisfazer as necessidades do usuário. Assim, o Camtasia Studio® foi o software utilizado para gravar toda a interação audiovisual (imagens do software e enunciados verbais dos participantes) dos encontros online. É relevante notar que sempre foi gravada a tela toda, sem nenhum tipo de recorte de áreas.



(a)



(b)

Figura 7. Interface de gravação do Camtasia Studio. (a) visão geral e (b) suas ferramentas. Fonte: elaboração do autor.

Conforme apresentado na descrição do software, na seção 1.2, o Adobe Connect® oferece a opção de enviar um histórico das mensagens trocadas pelo *pod* de bate-papo para o e-mail do "*host*" da reunião; logo, essa alternativa foi utilizada para que o acesso à uma das ferramentas de comunicação mais usada pelos alunos durante as aulas fosse obtido de maneira fácil e completa.

Dessa forma o *corpus* documental da pesquisa foi constituído pelos registros obtidos com o Camtasia Studio®: arquivos digitais no formato *.camrec*, que contêm toda a interação audiovisual entre os participantes, juntamente com as mensagens do

chat e históricos do *pod* de bate-papo gerados pelo Adobe Connect®: arquivos digitais no formato *.doc*, que contêm a interação escrita entre os participantes.

Os arquivos *.camrec* foram convertidos para o formato *.mp4* com o próprio Camtasia Studio®, pois assim sua reprodução fica mais simples e dinâmica de ser executada em outros softwares de reprodução de mídias, facilitando o procedimento de análise. A interação verbal entre os participantes nestes registros audiovisuais, isto é, os enunciados trocados verbalmente durante os encontros, foram transcritos e inseridos cronologicamente nos históricos do bate-papo. Essa inserção cronológica foi necessária devido à observação de que muitos enunciados falados eram respondidos, ou complementados, por enunciados escritos no chat, portanto os primeiros foram colocados nos históricos do chat logo após à mensagem que o precedeu no *pod* de bate-papo. Essa transcrição permitiu a combinação das interações verbais e escritas em um único tipo de arquivo, porém duas observações devem ser feitas nesse sentido:

1) de maneira análoga a Pereira, Ostermann e Cavalcanti (2009), os erros de português e eventuais usos de linguagem vulgar não foram corrigidos ou removidos para que o contexto e autenticidade dos enunciados não fossem alterados. Isso inclui eventuais abreviações e usos de *emoticons* nos enunciados escritos;

2) essa combinação não exclui a análise dos vídeos derivados do Camtasia Studio®, porque o Adobe Connect® oferece ferramentas de comunicação visual que foram utilizadas em certos momentos das aulas, além do fato de que a interação entre os participantes também ocorreu em outros *pods* do software que mediou as atividades, como o *pod* de pesquisa em que o professor fez perguntas aos alunos que não estão registradas nos históricos de bate-papo.

Há um último ponto importante a ser destacado sobre a coleta de dados e o *corpus* documental da pesquisa: seguindo compromisso firmado com os participantes da

pesquisa e o Comitê de Ética em Pesquisa da unidade da Unesp em que esse trabalho está vinculado, os nomes e as imagens dos voluntários não foram, nem serão, expostos publicamente, por isso, nomes fictícios foram utilizados nas transcrições e as imagens capturadas, editadas para impedir qualquer forma de identificação dos alunos, garantindo, dessa forma, seu sigilo e privacidade.

A Tabela 1 resume o processo de coleta e pré-tratamento dos dados, mostrando a sequência dos passos executados nessa parte da pesquisa.

Tabela 1. Sequência cronológica das atividades realizadas na coleta e pré-tratamento dos dados da pesquisa.

Passos	Atividade executada
1	Registro das interações audiovisuais com o Camtasia Studio®.
2	Envio do histórico do <i>pod</i> de bate-papo do Adobe Connect® para o e-mail do "host" da reunião.
3	Conversão dos arquivos <i>.camrec</i> derivados do Camtasia Studio® para <i>.mp4</i> .
4	Transcrição dos enunciados verbais e sua inserção cronológica nos históricos de bate-papo.

4.5. O que foi analisado

As TIC's usadas no projeto, como já levantado no capítulo 1, inserem novas perspectivas na comunicação e interação entre os participantes, implicando em diferentes possibilidades e limitações. A diversidade de ferramentas interativas que o Adobe Connect® oferece também faz com que seja difícil selecionar uma única unidade de análise a ser adotada para o exame dos dados. Não é como uma sala de aula

tradicional, em que os enunciados de professores e alunos são a principal ferramenta cultural utilizada na interação entre os sujeitos e podem ser eleitos como unidades representativas de tal interação. Vide o exemplo: com a equação química de ionização do ácido clorídrico no *pod* de compartilhamento, o professor faz uma pergunta no chat sobre qual a base conjugada desse ácido para um aluno, que, por sua vez, responde indicando a base conjugada com a seta do software. Qual a unidade de análise que pode ser retirada desse exemplo que ajude a alcançar os objetivos de pesquisa? Três ferramentas culturais foram empregadas nesse curto episódio: o enunciado do professor no chat, a equação química com sua semiótica específica e a seta do software. Não é possível selecionar uma delas como representativa, as três se complementam. Assim o episódio como um todo é o que deve ser levado em conta para que o domínio do conceito de ácidos e bases conjugadas do estudante possa ser analisado.

Nesse sentido, foram buscados episódios no *corpus* documental que possam cumprir, no mínimo, uma das exigências a seguir:

- evidenciar as maneiras que ocorreram as interações entre os participantes;
- ser representativos da relação entre os agentes e as ferramentas culturais disponíveis, sejam as oferecidas pelo software, ou as oferecidas pelo professor para a resolução de tarefas específicas e, com isso, mostrar eventuais interações entre os conhecimentos expostos por Koehler e Mishra;
- evidenciar a utilização das ferramentas do Connect®, mostrando a frequência de sua escolha pelos participantes, por exemplo.

Episódios que tenham pelo menos uma dessas características são passíveis de análise com a Teoria da Ação Mediada, pois incluem o uso de uma ferramenta cultural por um agente para a execução de uma ação, além de permitir o exame do domínio e

apropriação das ferramentas em questão, porque estão dentro do quadro analítico proposto pelo referencial teórico adotado.

Assim, a análise dos episódios selecionados foi feita com base em termos de domínio e apropriação das ferramentas culturais pelos participantes, de acordo com a teoria de Wertsch. E, com base nesse domínio e/ou apropriação, considerações sobre os conhecimentos de conteúdo e tecnológico dos estudantes foram realizadas. Para ilustrar a maneira que esse exame foi realizado, o exemplo da equação química de ionização do ácido clorídrico no *pod* de compartilhamento com a pergunta do professor pode ser usado novamente. Após a pergunta do professor "qual é a base conjugada desse ácido?", certo aluno pode usar a seta do software sem dificuldades, mostrando domínio sobre essa ferramenta neste contexto e, conseqüentemente, demonstrando um TK apurado. A indicação correta sobre a base conjugada do ácido mostra um domínio no conceito químico envolvido na situação e, conseqüentemente, um bom CK. Neste exemplo específico, o aluno usou a seta do software sem problemas e indicou a espécie química corretamente, logo, uma interação entre seu TK e CK (isto é, TCK) pode ser observada. Porém um aluno pode não conseguir usar a seta com destreza e saber qual a espécie química deveria ser indicada, evidenciando falta de domínio em relação à ferramenta oferecida pelo software, mas dominando o conceito químico envolvido, isto é, demonstrando um TK insuficiente para a tarefa, apesar de possuir o CK necessário (mesmo que isso não possa ser observado pelo investigador). De forma análoga, um estudante pode conseguir usar a seta sem dificuldades, porém indicando a espécie química incorreta e então seria encontrada uma situação que o aluno tem domínio sobre a ferramenta tecnológica sem dominar o conceito químico, ou seja, com TK satisfatório e deixando CK a desejar na tarefa. Esse exemplo mostra como as interações entre CK e TK dos estudantes podem ser observadas, mas também podem existir episódios em que

apenas o CK pôde ser analisado, assim como outros em que apenas TK foi possível de ser observado, como será apresentado mais adiante.

No próximo capítulo os episódios selecionados são analisados da maneira acima descrita com os referenciais teóricos adotados.

Capítulo 5. Análise dos dados e discussão

Os episódios encontrados que contém as características descritas no final do capítulo anterior mostraram que realmente houve diferenças significativas no desenvolvimento da atividade proposta mediada pelo Adobe Connect® em relação ao que normalmente é encontrado em laboratórios presenciais. Essas distinções, em sua maioria, consistiram nas ferramentas disponibilizadas pelo software para a comunicação e seu usos, portanto, na interação entre os participantes, conforme o esperado. Foi possível analisar o domínio e apropriação dos alunos junto a essas ferramentas interativas, relacionando-os com seu conhecimento tecnológico, uma vez que essas ferramentas eram os meios mediacionais pelos quais ocorreu a comunicação, isto é, eram utilizadas a todo instante.

Com frequência menor, porém também presentes, foram os momentos em que é possível analisar o conhecimento do conteúdo dos estudantes, quando seu domínio sobre os conteúdos químicos discutidos durante os encontros foi analisado. Dentre estes últimos episódios, também existem aqueles em que uma aprendizagem colaborativa pôde ser percebida entre os próprios estudantes, um ajudando o outro a notar enganos nos procedimentos usados, ou expondo a maneira que compreenderam certo conceito, por exemplo.

Os episódios que se encaixam em um dos dois tipos supracitados podem ter as ações e turnos de fala analisados com a Teoria da Ação Mediada, isto é, as ações realizadas pelos participantes nestes momentos podem ser compreendidas em termos de domínio e/ou apropriação das ferramentas utilizadas. Entretanto, o desenvolvimento das aulas também resultou em momentos que não são passíveis de análise com esse quadro analítico, mas que devem ser aqui colocados e discutidos, porque contribuíram para que

a influência dos aspectos técnicos no andamento dos encontros fosse observada. O destaque, nesses casos, converge para as dificuldades encontradas devido a tais aspectos técnicos, com a sua maioria relacionada à conexão à internet dos participantes.

Alguns pontos devem ser destacados para evitar confusões sobre quais ferramentas são utilizadas por quais participantes em determinados momentos das transcrições dos episódios apresentadas a seguir. A comunicação entre os usuários foi dinâmica, porque envolveu o uso de diferentes meios mediacionais simultaneamente: o enunciado proferido de um participante por áudio pode ter sido respondido por outro indivíduo com um enunciado escrito no bate-papo, ou a tarefa proposta pelo professor pode ter sido resolvida com o uso de uma ferramenta visual, por exemplo. Por isso, padrões serão usados nas transcrições dos momentos selecionados.

Nos enunciados escritos via bate-papo, o nome do autor virá escrito sem nenhuma alteração, como no exemplo:

1 NIC: tinha travado o mouse. é sério

Já nos enunciados proferidos via áudio, o nome do autor virá escrito entre colchetes, por exemplo¹⁰:

1 [Professor]: Pode me indicar a principal diferença que você consegue ver entre essas duas curvas?

Observações incluídas pelo pesquisador serão feitas entre barras simples:

1 [FER]: Estão me vendo?

2 NIC: não.

¹⁰ Essa mesma notação é utilizada na transcrição das interações verbais e escritas via bate-papo que compuseram parte do *corpus* documental da pesquisa, descrito no capítulo anterior.

3 [Professor]: Você está vendo aí?

/Surge a imagem de FER no *pod* de vídeo./

4 [Professor]: Aí! Agora estou te vendo.

Quando necessárias, figuras com imagens das telas do Connect® durante o episódio descrito serão incluídas antes ou após sua transcrição. Essas imagens foram modificadas para que os nomes dos participantes das aulas não fossem revelados, cumprindo assim o acordo com os próprios voluntários e com o Comitê de Ética em Pesquisa da unidade da Unesp em que este trabalho está vinculado.

Após esta breve apresentação sobre o que foi encontrado nos recortes selecionados e observações sobre a forma dos relatos que serão apresentados, as seções seguintes trarão discussões aprofundadas sobre os episódios que propiciaram uma compreensão sobre o uso das ferramentas do Connect® e da interação entre os participantes, isto é, aqueles em que o conhecimento tecnológico dos alunos pode ser observado, seguido dos momentos em que o conhecimento de conteúdo pode ser analisado - estes episódios estão ligados às ferramentas disponibilizadas pelo professor - e, por fim, os eventos que mostram a influência dos aspectos técnicos nas aulas.

5.1. O conhecimento tecnológico

A aula de introdução ao Connect® foi essencial para o desenvolvimento das aulas posteriores, porque nenhum dos estudantes conhecia o software e suas ferramentas, contribuindo dessa forma para o conhecimento tecnológico dos alunos, pois até mesmo a maneira de utilização das ferramentas foi tratada nessa aula introdutória. Este fato corrobora a observação encontrada na literatura que diz que as plataformas digitais utilizadas na EaD devem ser conhecidas pelos alunos, correndo o risco de que o curso

não seja aproveitado de maneira satisfatória por eles, caso esse pré-requisito não seja cumprido, o que gera a criação de cursos ou disciplinas específicas que visam esse aprendizado e desenvolvimento de habilidades com os sistemas utilizados (COELHO; MARCOS, 2010). Nesse encontro introdutório, diversas dúvidas surgiram e foram resolvidas de maneira prática, isto é, com o professor incentivando os alunos a explorar os instrumentos disponíveis. Nas ferramentas em que o acesso para os alunos era liberado o tempo todo, ou seja, não havia a necessidade de permissão por parte do professor, essa exploração aconteceu de maneira natural: eles mesmos experimentavam as funções, apertando os botões e observando os resultados de suas ações. Esses testes que os alunos realizavam aconteciam antes mesmo do professor apresentar as ferramentas em questão, como no exemplo em que o aluno CAL usou a ferramenta de *status* levantar a mão, enquanto o professor ainda estava iniciando a aula.

Uma vez que esse era o primeiro contato com os instrumentos por parte dos alunos, houve certa confusão na utilização desses instrumentos, como pode ser visto no episódio destacado abaixo.

Episódio 1 - Confusão inicial com as ferramentas oferecidas pelo software.

/Nesse episódio o professor quer mostrar a ferramenta de desenho, com a qual destaques podem ser feitos no *pod* de compartilhamento./

1 [Professor]: NIC, você está me ouvindo? Tenta usar agora lá a ferramenta desenhar, conforme eu disse pra você.

2 [NIC]: Ah, agora eu achei.

3 [Professor]: Ah, agora achou. Você viu? Olha só, aí conforme... Tenta desenhar então um retângulo em cima do Philips.

/Na tela há uma série de logotipos de empresas e um deles tem um retângulo transparente em cima. Foi pedido a NIC que fizesse um igual. A Figura 8 mostra o *pod* de compartilhamento antes e depois que NIC usou a ferramenta de desenho./

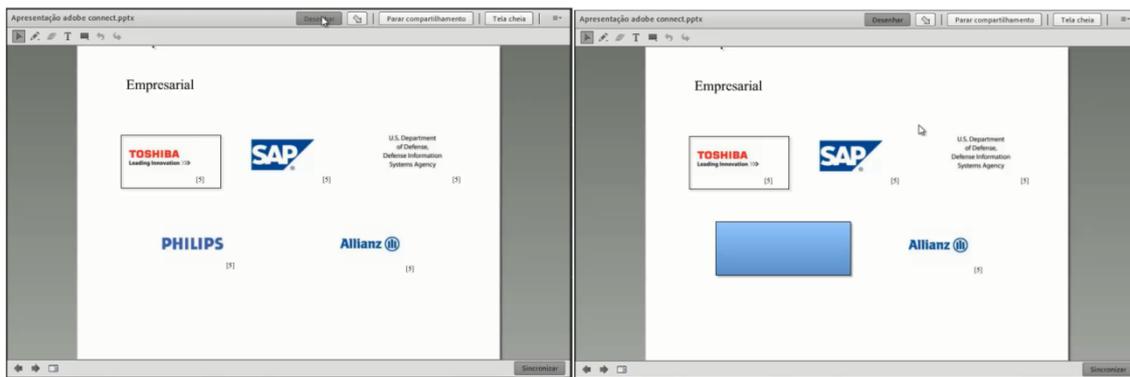


Figura 8. Pod de compartilhamento durante o Episódio 1 antes e depois do uso da ferramenta por NIC.

Aqui é possível ver que o aluno não conseguiu fazer o retângulo como foi pedido e "escondeu" o símbolo com um retângulo azul. Isso mostra que um primeiro contato com as ferramentas causou um pouco de confusão nos alunos, pois NIC pensou que a forma que estava desenhando seria incolor, como o retângulo que destaca o outro logotipo.

Houve casos em que essa confusão pôde ser resolvida com os próprios alunos explorando as ferramentas, sem o auxílio do professor, como relatado no destaque a seguir.

Episódio 2 - Aluno descobrindo como utilizar a ferramenta de forma independente.

1 [Professor]: Aí, ativei o vídeo pra você. Se você quiser, acho que lá em cima, ó, vai ter uma camerazinha escrito iniciar minha webcam. O terceiro símbolo lá em cima.

/Instantes depois./

2 [Professor]: Conseguiu?

3 [FER]: Estão me vendo? Não? Sim.

4 [Professor]: Você está vendo aí?

/Imagem de FER surge no pod de vídeo./

5 [Professor]: Ah, aí. Agora estou te vendo.

Para que a imagem captada pela webcam seja transmitida para os outros participantes da reunião, dois botões devem ser pressionados: "iniciar minha webcam", diretamente no *pod* de vídeo ou na região superior do software, e depois "iniciar

compartilhamento", presente apenas no *pod* de vídeo. Ao apertar "iniciar minha webcam", uma prévia aparece apenas para o usuário que ativou o botão, por isso o aluno pergunta se os outros participantes o estão vendo na linha 4 do episódio. Momentos depois, o próprio aluno nota que há o botão "iniciar compartilhamento" e o ativa, iniciando a transmissão de sua imagem para os demais participantes. Deve ser notado que ninguém o ajudou a ver o botão ou indicou a necessidade de sua utilização, foi o próprio aluno que, ao ler o botão ("iniciar compartilhamento"), percebeu essa exigência para que sua imagem fosse transmitida, o que mostra a facilidade de se mexer nas ferramentas do Connect®, com uma interface fácil de ser utilizada e compreendida pelos usuários.

Portanto, essa aula de introdução serviu para que os estudantes tivessem um primeiro contato com as ferramentas e como utilizá-las, contribuindo para o seu TK. Assim, só foi possível estimar o domínio dos alunos com essas ferramentas nas aulas seguintes. O recorte a seguir é um exemplo que mostra essa estimativa, com os diferentes domínios entre os alunos da seta que pode ser utilizada para destacar algo no *pod* de compartilhamento. Deve ser notado que essa é a aula seguinte à introdução, logo os alunos já tinham visto como utilizar a seta. Para melhor apresentação do Episódio 3, ele será dividido em 3a, 3b e 3c.

Episódio 3 - Diferentes domínios da seta do *pod* de compartilhamento.

/Nesse momento, os alunos devem, cada um em sua vez, indicar com a seta do *pod* de compartilhamento a região da molécula de um indicador ácido-base que sofre alteração com a mudança do pH do meio, resultando na mudança de cor da solução. Para isso, devem basear-se em exemplos semelhantes, fornecidos pelo professor./

/Episódio 3a./

1 Professor: pfv¹¹, me indiquem qual parte da molécula muda, que faz com que a coloração da timolftaleína mude

2 Professor: podem usar a seta verde

/FER e NIC, que estão dividindo um computador no encontro em questão, ativam a seta e, com ela, indicam uma região da molécula imediatamente./

/Episódio 3b./

3 Professor: JUL

4 Professor: sua vez

5 Professor: o que muda no vermelho de metila?

6 Professor: observe o equilíbrio do alaranjado

7 Professor: pode usar a seta tbm¹²

/Instantes sem que nada aconteça, a seta continua parada no centro da tela./

8 JUL: não consigo mexer =(¹³

9 Professor: vai lá em cima

10 Professor: e clica na seta

11 Professor: aí é só clicar na tela

/A seta começa a mover-se, sob comandos de JUL./

/Episódio 3c./

12 Professor: VAL

13 Professor: sua vez

14 Professor: =)¹⁴

15 Professor: os outros também podem procurar, é claro

16 Professor: mas só a VAL consegue mexer na seta agora

/Alguns segundos depois, a seta começa a se mover./

Neste recorte, os alunos mostraram um bom domínio da seta: assim que foi pedido que ela fosse utilizada, ela começa a mover-se pela tela, sob comando de um dos estudantes. A exceção nesse domínio foi JUL, que precisou da orientação do professor para que conseguisse utilizar a ferramenta. Com essa observação, pode-se afirmar que essa tarefa, da maneira concebida e aplicada, foi útil na constatação do domínio da seta

¹¹ pfv = por favor.

¹² tbm = também.

¹³ *Emoticon* representando tristeza.

¹⁴ *Emoticon* representando felicidade.

pelos alunos, mostrando uma forma em que o conhecimento pedagógico aplicado teve influência no desenvolvimento do conhecimento tecnológico dos estudantes.

A privilegiação de certas ferramentas também pôde ser observada em alguns episódios, como os dois destacados a seguir.

Episódio 4 - Primeiro exemplo de privilegiação de ferramentas pelos alunos.

/O professor acaba de apresentar o conceito de ácidos e bases de Brønsted-Lowry, com exemplos de equações químicas que o representam./

1 Professor: agora a JUL teve uma ideia do que é

2 Professor: e os outros lembraram, certo?

3 VAL: sim

/FER e NIC, dividindo um computador utilizam o *status* mostrado na Figura 9./

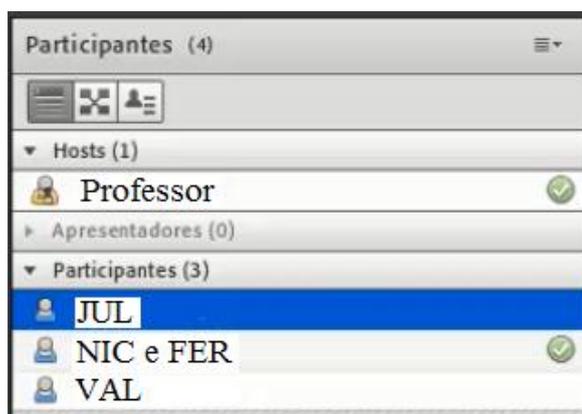


Figura 9. Pod de participantes no final do Episódio 4.

Neste trecho, VAL responde à pergunta do professor pelo bate-papo, já FER e NIC respondem positivamente com o uso do *status*. Pode-se ver a privilegiação do bate-papo por um aluno e do *status* por outro na execução de uma mesma tarefa: responder afirmativamente à pergunta do professor.

Episódio 5 - Segundo exemplo de privilegiação de ferramentas pelos alunos.

/Os alunos VAL e NIC chegam em resultados diferentes para o cálculo da concentração de uma solução titulada. VAL chega ao valor esperado, ao passo que NIC chega a um valor 10 vezes menor. O professor pede para que VAL descreva a sequência de cálculos que ele utilizou. Para isso, permite o acesso de VAL ao quadro branco. VAL usa a ferramenta por alguns instantes - o que foi escrito nesse quadro está mostrado na Figura 10 - quando usa o bate-papo./

1 VAL: pera¹⁵

2 VAL: hhsaus¹⁶

3 VAL: preffiro escrever aqui

4 [Professor]: Tudo bem então, pode ser, escreve aí.

5 VAL: é muita pressao ali

/E VAL continua a descrever seus cálculos no bate-papo./

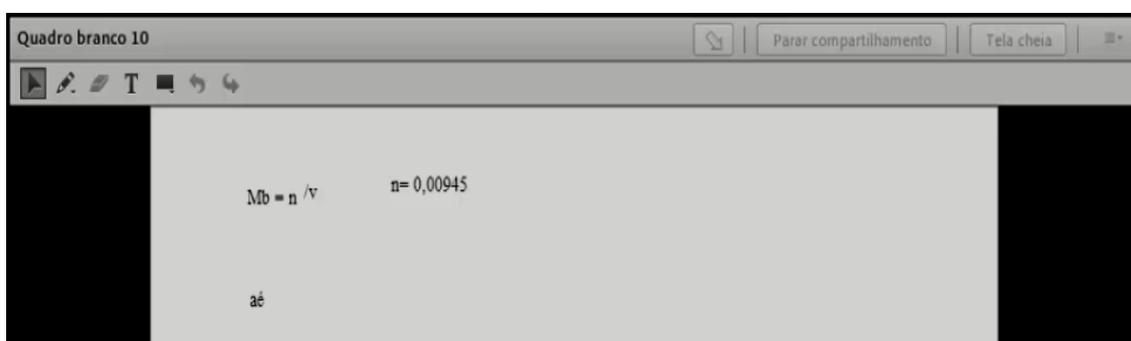


Figura 10. Quadro branco do *pod* de compartilhamento no início do Episódio 5.

Neste episódio fica clara a privilegiação de VAL pelo bate-papo. Houve uma resistência em usar o quadro branco, provavelmente intensificada pelo seu baixo domínio desse instrumento, uma vez que levou alguns minutos para escrever o que a Figura 10 exhibe: equações simples para o cálculo de concentração e seus resultados. Além disso, não existiram muitas oportunidades de contato com essa ferramenta no andamento das aulas, outro fator para essa privilegiação. Como a maior parte do tempo VAL utilizou o bate-papo em sua comunicação, seu domínio deste meio mediacional é superior em relação ao do quadro branco, e pode ter sido outro fator que influenciou nessa privilegiação. O fato de que houve poucas oportunidades para os alunos usarem o

¹⁵ pera = espera.

¹⁶ Onomatopeia de risada.

quadro branco permite que outra consideração seja feita neste episódio: não houve uma boa integração entre o PK e o quadro branco, dificultando o desenvolvimento de TK dos alunos com essa ferramenta.

A possibilidade de usar o Adobe Connect® em dispositivos móveis também gerou uma situação interessante, descrita no recorte abaixo.

Episódio 6 - O domínio das ferramentas do software em diferentes dispositivos.

/Aqui era realizada a análise de uma curva de titulação. Na aula em que o episódio ocorreu, VAL estava conectada usando um *tablet*. O professor pediu que VAL indicasse uma área específica da curva com a seta do *pod* de compartilhamento./

1 [Professor]: ah... VAL vai na setinha que tem...

/A seta surge na tela, ativada por VAL./

2 [Professor]: ...isso. Vai na setinha e indica pra mim o primeiro ponto de equivalência.

/A seta move-se na tela./

3 VAL: tomrisando

/A seta para de se mover e surge um risco na curva, conforme exposto na Figura 11./

4 [Professor]: Aí! Lindo! Ficou lindo, mas é aí mesmo.

5 NIC: kkkk¹⁷

6 VAL: hauhau¹⁸

¹⁷ Onomatopeia de risada.

¹⁸ Onomatopeia de risada.

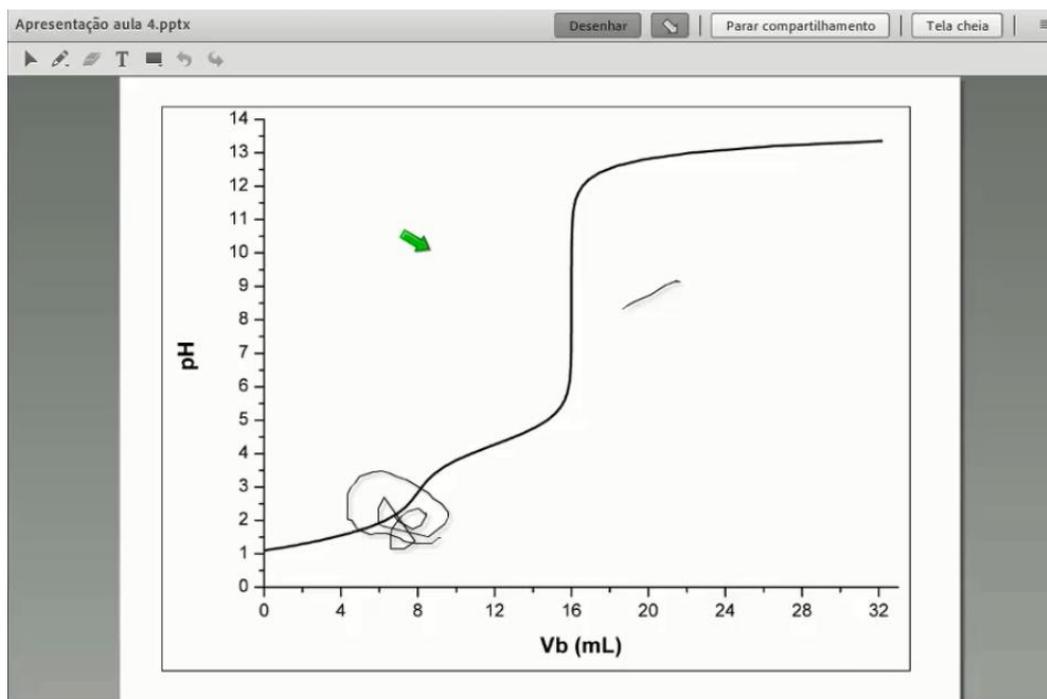


Figura 11. Pod de compartilhamento no decorrer do Episódio 6.

Neste trecho pode-se notar que VAL começou a realizar a ação com a seta, mas parou e começou a usar a ferramenta lápis do *pod* para executar a ação, indicando a área da curva solicitada pelo professor. A hipótese levantada é a de que o uso do *tablet* dificultou a utilização da seta por VAL, que preferiu riscar a curva com o lápis, devido à facilidade dessa ferramenta em seu dispositivo. Portanto é possível notar como o contexto influencia na privilegiação de um meio mediacional por um indivíduo. Isso também pode jogar um pouco de luz sobre a questão da apropriação da seta por VAL: ele não se apropriou dela, pois ao mudar o contexto de uso (agora no *tablet*, antes no computador), não continuou a usá-la. Essa colocação é corroborada com a observação de que, em tarefa semelhante realizada momentos mais tarde no mesmo encontro, VAL usou direto o lápis, apesar de ter a seta à sua disposição. Logo, atividades com o Connect® que envolvam o uso de diferentes dispositivos eletrônicos possibilitam uma análise de outros fatores que não só o domínio das ferramentas pelos estudantes, como a

apropriação e privilegiação, e constituem um campo interessante para exploração em trabalhos futuros.

Esses episódios que mostraram como as ferramentas de interação foram usadas, dominadas e privilegiadas, também evidenciam as diferenças encontradas no laboratório didático a distância síncrono em relação às atividades executadas em um laboratório presencial, uma vez que a principal diferença encontrada entre os dois consistiu na comunicação dinâmica proporcionada pelas ferramentas do software que exige habilidades distintas daquelas que a interação presencial requisita.

5.2. O conhecimento de conteúdo

Nesta seção é feita uma análise voltada para o conteúdo químico discutido e apresentado no decorrer da sequência didática, com a intenção de contribuir na compreensão sobre o suporte que a atividade propiciou para o domínio dos estudantes sobre tais conceitos químicos e, conseqüentemente, seu conhecimento de conteúdo (CK). A análise dos episódios que serão descritos ao longo desta seção está dentro do quadro analítico proporcionado pela Teoria da Ação Mediada, os meios mediacionais para a execução das tarefas propostas envolveram ferramentas fornecidas pelo professor, como tabelas com informações sobre compostos químicos, ou equações para o cálculo de componentes das titulações; os seus usos pelos estudantes é o foco dos recortes destacados.

Episódio 7 - A escolha do indicador ácido-base: primeiro exemplo.

/O professor forneceu uma tabela com informações sobre indicadores ácido-base, dentre as quais estavam incluídas suas faixas de viragem e pK_{in} ¹⁹, dados que influenciam em sua escolha para uma titulação específica. Essa tabela pode ser consultada nos Apêndices, dentro da Aula 1 - Indicadores ácido-base. A titulação do exemplo dado tem pH no ponto de equivalência igual a 7,0, portanto o pK_{in} de um indicador ácido-base viável para tal teste deve estar entre 6,0 e 8,0, isto é, $7,0 \pm 1,0$. A escolha de um indicador viável foi a tarefa proposta, que deveria ser respondida no *pod* de pesquisa. Este *pod* antes e depois das respostas dos alunos nesse episódio pode ser visto na Figura 12./

1 NIC: mas se é 7 é só ver o q²⁰ tiver 7 ?

2 Professor: sim

3 [Professor]: Sim. Na verdade não é bem o que tiver 7 ele pode estar até mais um pra cima ou um pra baixo, certo? Até mais ou menos um.

/VAL responde a pergunta no *pod* de pesquisa./

4 Professor: +/- 1

5 [Professor]: Lembra-se?

6 NIC: aaaa '

7 [Professor]: Recebi aqui a...

8 NIC: :P²¹

9 [Professor]: ...resposta da VAL. Falta a resposta aí da NIC também

10 NIC: ok

11 [Professor]: VAL já me respondeu, só aguardando a sua resposta NIC. Ali do lado, por favor.

12 VAL: acho que respondi errado

/NIC responde a pergunta no *pod* de pesquisa./

13 [Professor]: Beleza. Bom...

14 VAL: ;p

15 [Professor]: Não, vocês duas responderam o mesmo indicador e as duas estão certas, é isso aí.

16 Professor: =)

17 [Professor]: Muito bem! O azul...

18 VAL: aeeee

19 [Professor]: ...de bromotimol. Vamos usar ele então? Beleza. E por que o azul de bromotimol, ele pode ser usado? O pH dessa reação vai ser, no pH 7, né? O pH de... do ponto de equivalência.

20 VAL: uhum²²

21 [Professor]: E qual é o pK_{in} disso aí?

22 VAL: 7,1

23 [Professor]: 7 ponto 1, ou seja, encaixa...

24 NIC: 7,1

25 [Professor]: ...nessa faixa. Perfeito.

¹⁹ pK_{in} de um indicador é o valor resultante do logaritmo negativo ("-log") do valor de sua constante de equilíbrio.

²⁰ q = que.

²¹ Emoticon representando vergonha.

²² Expressão de concordância.

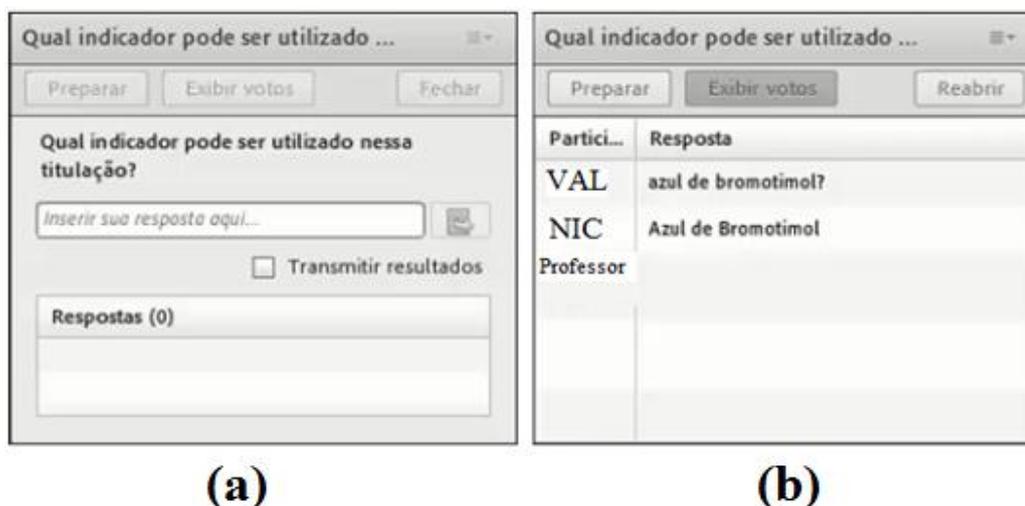


Figura 12. *Pod* de pesquisa durante o Episódio 7. (a) antes e (b) depois das respostas dos alunos.

No recorte acima pode-se ver que os alunos VAL e NIC compreenderam os conceitos envolvidos na escolha do indicador ácido-base para uma titulação. Essa afirmação deriva da observação de que utilizaram a tabela fornecida como ferramenta de suporte para a realização da ação "escolha de um indicador viável para a titulação". O uso dessa ferramenta para executar corretamente a ação²³ evidencia que houve o domínio do conceito químico discutido. Além disso, a interação com o professor foi fundamental nesse processo, como as linhas 1 a 10 desse episódio mostram: NIC tinha dúvidas se a maneira que tinha entendido o conceito era a recomendada, logo, partiu para uma negociação com o professor para saná-las e chegou a uma das repostas esperadas (tendo em vista que mais de um dos indicadores disponíveis seria viável para a titulação). Isto evidencia que o conhecimento pedagógico - não só na elaboração da atividade que exigiu que ferramentas específicas fossem usadas (*pod* de pesquisa e tabela de indicadores ácido-base), mas também na sua aplicação (a negociação com o professor) - foi importante para o conhecimento de conteúdo desses dois alunos,

²³ A ideia da palavra "corretamente" aqui é a de relacionar o conceito químico apresentado com a decisão dos parâmetros de um arranjo experimental.

auxiliando-os no domínio do conceito abordado. Mais um fato que corrobora esse domínio do conceito pelos alunos são os enunciados das linhas 19 a 25, nos quais fica claro que a escolha do indicador se deu com base nos preceitos conceituais, levando em consideração o pH do ponto de equivalência da titulação e o pK_{in} do indicador ácido-base.

Neste exemplo, os dois alunos mostraram domínio do conceito na resolução da tarefa proposta, porém não foi assim para todos: o episódio a seguir retrata essa diferença.

Episódio 8 - A escolha do indicador ácido-base: segundo exemplo.

/Esse recorte foi retirado de aula igual à do episódio anterior, porém com outros dois alunos: CAL e JUL. A tarefa retratada aqui é a mesma que a anterior: escolha de um indicador ácido-base para uma titulação de ácido forte com base forte, que tem pH no ponto de equivalência igual a 7,0. A Figura 13 mostra o *pod* de pesquisa com as respostas dos alunos./

1 [Professor]: Bom, pelo o que eu estou vendo aqui ó, dois indicadores, cada um indicou um aí então, diferente, né? Ah... Primeiro aí, o CAL. CAL, você indicou então a timolftaleína. Por que a timolftaleína?

/CAL começa a digitar no bate-papo./

2 [Professor]: Quer usar o microfone, não é mais fácil?

3 CAL: pq²⁴ o pK_{in} dela é parecido com a da fenolftaleína

4 [Professor]: Muito bem, aí você sabia que a fenolftaleína pode ser usada e aí falou dela, beleza. JUL, por que você escolheu aí o azul de bromotimol então?

5 CAL: n²⁵ entendi

6 [Professor]: Habilitei o microfone, se você quiser usar.

7 CAL: travou um pouco

8 CAL: o q vc²⁶ falou

9 Professor: perguntei o pq a Ju escolheu o azul de bromotimol

10 JUL: Por que estava proximo de 7

²⁴ pq = porque.

²⁵ n = não.

²⁶ vc = você.

Qual indicador devemos usar?	
Preparar Exibir votos Reabrir	
Partici...	Resposta
CAL	timolftaleina
JUL	Azul de bromotimol
Professor	

Figura 13. Respostas dos alunos na tarefa descrita no Episódio 8.

Neste episódio, JUL utiliza a tabela fornecida pelo professor, o que mostra seu domínio do conceito envolvido na seleção de um indicador ácido-base para uma titulação, relacionando o pH do ponto de equivalência com o pK_{in} do indicador, semelhante aos dois alunos do exemplo anterior. Já CAL não mostra esse domínio, pois justifica sua escolha com base na proximidade dos pK_{in} de diferentes indicadores (fenolftaleína, que tem $pK_{in} = 9,6$, e timolftaleína, com $pK_{in} = 9,3$), como pode ser visto na linha 3 desse recorte. É importante notar que o professor especificou que deveria ser sugerido um indicador diferente da fenolftaleína, devido à sua utilização rotineira na titulação em questão, aplicação que serviu como base para que CAL respondesse à questão. A escolha de CAL (timolftaleína) não está incorreta, porém não está dentro da faixa recomendada pelo conceito apresentado: uma unidade acima ou abaixo do pH no ponto de equivalência que, neste caso, é igual a 7,0. Assim, CAL não compreendeu o conceito discutido que influencia na seleção de um indicador, voltando sua atenção para fatores de sua experiência pessoal prévia e não utilizando o conceito químico. Situações como essa abrem espaço para que a interação entre os próprios estudantes ajude na solução de dúvidas e dificuldades de compreensão dos conceitos que eles possam ter. O destaque a seguir exemplifica essa interação colaborativa.

Episódio 9 - A interação entre os alunos contribuindo para o domínio dos conceitos químicos.

/Em tarefa semelhante à destacada nos dois episódios anteriores, os alunos são solicitados a selecionar um indicador ácido-base viável para uma titulação com pH no ponto de equivalência igual a 4,78. O *pod* de pesquisa com as respostas dos alunos está na Figura 14./

1 [Professor]: CAL, por que você escolheu aí o púrpura de bromocresol?

2 Professor: CAL?

3 CAL: pq tá na baixa de +-1 do pH q vc achou

4 CAL: calma q dig²⁷ no cel é horrível

5 Professor: mas achei pH = 4,78

6 Professor: de boa

7 NIC: mas vc olha pkin não a faixa de viragem

8 NIC: eu estava confundindo com isso pelo menos

9 Professor: isso msm²⁸ NIC

10 CAL: verdd²⁹ kkkk

11 Professor: ahaha

12 Professor: quer mudar?

13 CAL: simmm kk

14 Professor: tá aí

15 CAL: a tabela 1 segd³⁰ pf

/O professor exhibe a tabela de informações sobre os indicadores ácido-base na tela./

16 CAL: ok

/Instantes depois, CAL altera sua resposta para verde de bromocresol./

²⁷ dig = digitar.

²⁸ msm = mesmo.

²⁹ verdd = verdade.

³⁰ segd = segundo.

Qual indicador podemos usar?	
Preparar Exibir votos Fechar	
Partici...	Resposta
CAL	purpura de bromocresol
NIC	Verde de bromotizol
Professor	
VAL	

Figura 14. Respostas dos alunos no *pod* de pesquisa durante o Episódio 9.

Aqui, o domínio do conceito por NIC é confirmado, pois novamente escolheu um indicador adequado para a titulação: verde de bromocresol tem pK_{in} igual a 4,7 - apesar da grafia incorreta, o que não impediu a compreensão da substância indicada, uma vez que não há "bromotizol". Já CAL continua com dificuldades no uso da tabela fornecida, refletindo sua dificuldade na compreensão, e conseqüente domínio, do conceito químico em questão. Neste episódio, CAL relaciona o pH do ponto de equivalência (4,78) com a faixa de viragem do púrpura de bromocresol (5,2 a 6,8) e não com seu pK_{in} (6,1). Mesmo com a conclusão equivocada, sob o ponto de vista do uso do conceito químico como ferramenta para realizar essa ação, pode-se considerar essa justificativa como um avanço na direção do domínio do conceito por parte de CAL, quando comparada com as razões apresentadas para a escolha da timolftaleína no Episódio 8. A intervenção de NIC (linhas 7 e 8), expondo as dúvidas que tinha com o conceito antes de seu domínio, fez com que CAL reconsiderasse sua escolha, e mudasse sua resposta para um indicador viável segundo o conceito (verde de bromocresol). Deve ser notado que CAL não viu a resposta de NIC, pois o *pod* de pesquisa não dá essa possibilidade para os "participantes"³¹ e mudou sua resposta usando a tabela de indicadores como ferramenta,

³¹ Notação utilizada no capítulo 1, na seção em que o Adobe Connect® é apresentado.

as linhas 15 e 16 deixam isso claro. Dessa forma, a interação entre os alunos foi a principal responsável no auxílio da compreensão do conceito por CAL, característica da aprendizagem colaborativa.

Episódio 10 - O domínio de equações como ferramentas disponibilizadas pelo professor.

/A tarefa descrita neste recorte gira em torno do cálculo da concentração de solução de ácido clorídrico titulada durante uma das aulas (a mesma titulação dos Episódios 7 e 8). Os dados da titulação estão no *pod* de notas da discussão, para que os alunos possam consultá-los a qualquer momento. Além disso, o professor apresentou um exemplo com equações que podem ser utilizadas no cálculo em questão. A Figura 15 expõe o *pod* de pesquisa durante o desenrolar deste episódio./

1 Professor: aguardando respostas, qlqr³² dúvida, é só falar

2 NIC: volta no slide anterior ?

/Professor expões o slide com as equações sugeridas para o cálculo./

3 Professor: aqui?

4 NIC: isso

5 Professor: qnd³³ tiverem com a resposta, avisem pra voltar pro pod de perguntas

6 VAL: eu acho que deu

7 VAL: haha

8 Professor: hahaha

9 Professor: pode responder ali

/VAL insere sua resposta no *pod* de pesquisa./

10 VAL: medo de ter respondido errado

/Minutos depois, NIC ainda não inseriu resposta no *pod* de pesquisa./

11 [Professor]: E então NIC? Alguma conclusão?

12 VAL: ai caramba

13 VAL: fiz conta errada

14 NIC: não .. ta um valor absurdo

15 [Professor]: É? Que valor você está chegando NIC? Joga lá na resposta para ver.

16 NIC: pera vou refazer

/VAL altera sua resposta no *pod* de pesquisa. A alteração pode ser vista na Figura 15: na esquerda, a primeira resposta de VAL, na direita, a alteração./

17 [Professor]: E VAL, não VAL. Ah tá... Beleza, VAL mudou aqui? É isso? Deixa ver. Beleza

18 VAL: sim

³² qlqr = qualquer.

³³ qnd = quando.

- 19 [Professor]: Ok, vi sua mudança aqui. Bom, mais um minutinho...
- 20 VAL: só falta estar errado também
- 21 [Professor]: ...para a NIC refazer então. Haha.
- 22 VAL: morro :(³⁴
- 23 Professor: ahahaha
- /NIC insere sua resposta no *pod* de pesquisa./
- 24 [Professor]: Só aguardando a NIC e a gente já chega numa conclusão então. NIC?
- 25 NIC: ta errado
- 26 [Professor]: Beleza. NIC, ah... bom, vi aqui as respostas de vocês, certo? Fechei aqui, ah... NIC, a sua resposta, ela... sabe por que você pode ter chegado nesse valor bem alto? Porque aqui ó, ali na conta tem que entrar mL, certo? mL. Você deve ter jogado direto 19,2.
- /Professor indica equação no slide com o uso da seta do *pod* de compartilhamento./
- 27 Professor: 19,2
- 28 [Professor]: Entendeu?
- 29 NIC: vdd ³⁵
- 30 [Professor]: Por isso, o valor que você tinha que ter usado...
- 31 NIC: foi isso mesmo
- 32 [Professor]: ...é 0,0192.
- 33 Professor: 0,0192
- 34 NIC: kkkk
- 35 [Professor]: Tudo bem? Mas foi isso. Mas assim, se você não tivesse colocado esse valor aí, é, você teria chegado à resposta de 0,51.
- 36 Professor: 0,51

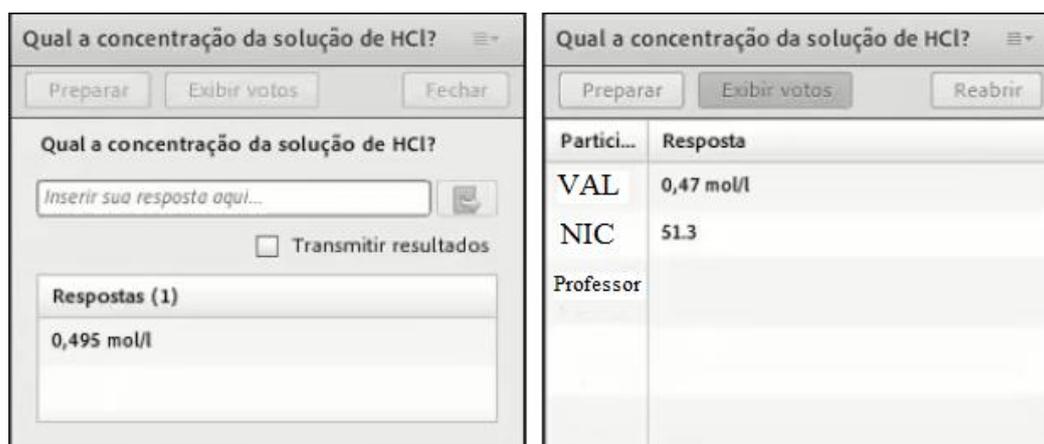


Figura 15. *Pod* de pesquisa durante o Episódio 10.

³⁴ Emoticon representando tristeza.

³⁵ vdd = verdade.

As linhas 2 a 4 do episódio destacado mostram que NIC usou as equações sugeridas pelo professor para executar a tarefa, porém não com o mesmo domínio de VAL, já que não alcançou a resposta esperada (um valor próximo de 0,47). VAL, por sua vez, teve tempo de refletir sobre seus cálculos, refazê-los e chegar ao valor exato procurado, sem a ajuda de outros participantes da aula. A interação com o professor permitiu que NIC encontrasse a razão do alto valor da resposta de seus cálculos, porém esta ação não foi suficiente para que NIC desenvolva-se um domínio maior sobre essas equações, conforme pode ser visto no episódio seguinte.

Episódio 11 - As equações como ferramentas e a interação entre os estudantes.

/Este recorte é a continuação do Episódio 5, no qual VAL e NIC encontram valores diferentes no cálculo da concentração de uma solução titulada em aula. É importante citar que essa foi uma titulação executada após aquela do Episódio 10 e as respostas dos estudantes são mostradas na Figura 16. Aqui, VAL apresenta seus cálculos no bate-papo./

1 VAL: $M_{base}^{36} = n/v$

2 [Professor]: Isso aí, você está acompanhando aqui então, NIC? Concentração...

3 NIC: até ai ta igual

4 [Professor]: ...da base. Isso, até aí está igual, beleza. Aí você vai achar agora o número de mols de base, VAL. É isso?

5 [Professor]: Aguardar...

6 VAL: $0,9763 = n/0,0193$

7 [Professor]: ...ela digitando. Isso aí, beleza, perfeito. Aí esse número de mols vai dar?

8 VAL: $n = 0,0189$

9 [Professor]: Certo. Aí agora tem que dividir por 2, porque a proporção é de 1 pra 2.

10 VAL: $n_{ácido}^{37} = nb/2$

11 NIC: já achei o erro

12 [Professor]: Ah... encontrou?

13 NIC: sim :P

14 [Professor]: Deixa eu voltar aqui que o bate-papo fica maior, fica mais fácil.

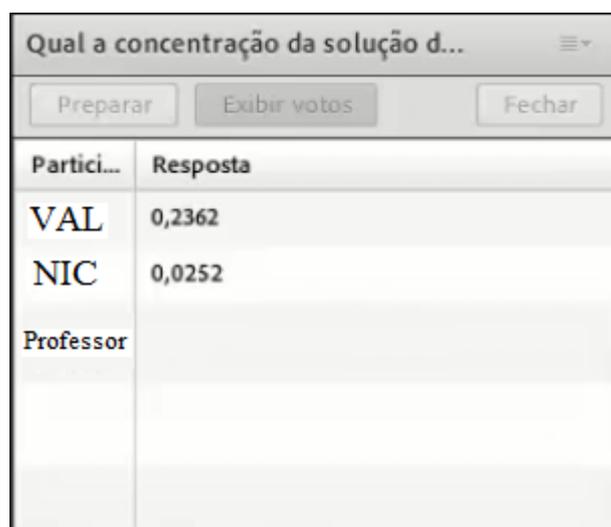
15 VAL: $n_{ácido} = 0,00945$

16 [Professor]: Sim, número de mol de ácido acaba sendo...

³⁶ Mbase = concentração da base.

³⁷ nácido = número de mols de ácido.

- 17 VAL: M
- 18 [Professor]: ...esse. E aí a concentração do ácido, você fez como VAL?
- 19 [Professor]: E NIC, aproveita e digita pra mim qual foi o seu erro, o que você errou.
- 20 VAL: $Mac^{38} = 0,00945 / 0,04$
- 21 [Professor]: Molaridade do ácido, é essa divisão. Hum... certo...
- 22 VAL: $Mac = 0,2362$
- 23 [Professor]: ...certinho, VAL, é essa conta aí mesmo.
- 24 VAL: mds^{39}
- 25 [Professor]: Hah, meu Deus o que, VAL? Haha.
- 26 VAL: q difícil digitar ;p
- 27 [Professor]: Hahahaha. É... pra você ver, imagina pra... como é que os professores montam aquelas provas no computador.
- 28 VAL: hahahaha
- 29 NIC: volume ' 0.0019 em vez de 0,019



Partici...	Resposta
VAL	0,2362
NIC	0,0252
Professor	

Figura 16. Pod de pesquisa no início do Episódio 11.

Este trecho é útil para demonstrar alguns pontos. O primeiro é que as equações do exemplo dado pelo professor foram utilizadas pelos alunos na realização da tarefa, o que valida as observações feitas no Episódio 10, acerca do domínio de VAL sobre essas equações. Convém notar que seu domínio foi confirmado neste recorte: sua resposta (0,2362) foi a esperada (0,24). Segundo: a interação do professor no Episódio 10 junto a NIC não foi suficiente para que seu domínio das equações aumentasse, uma vez que

³⁸ Mac = concentração do ácido.

³⁹ mds = meu Deus.

cometeu um erro semelhante ao descrito anteriormente (confusão com as casas decimais na conversão de mililitros para litros). Isto evidencia que nem sempre a maneira que o professor interage com um aluno é suficiente para que ele possa progredir no sentido de um domínio maior sobre uma ferramenta, ou no sentido de apropriação dela, isto é, nesse caso específico o PK não conseguiu contribuir efetivamente para o CK de um dos alunos. Outro ponto interessante é a interação entre os próprios estudantes, que permitiu que NIC encontrasse seu engano ao acompanhar o desenvolvimento dos cálculos de VAL, porém não é possível garantir que NIC realmente tenha compreendido sua confusão e que vá ter sucesso na próxima vez que use as equações em questão como meio mediacional para a realização de uma ação, porque não houve mais tarefas semelhantes a essa no restante das aulas. Assim, não fica clara se a aprendizagem colaborativa foi efetiva aqui, como foi no Episódio 9, em que CAL altera sua resposta após a interação com NIC.

Episódio 12 - A execução de tarefas com ferramentas visuais.

/Esse episódio leva em consideração os acontecimentos descritos no Episódio 3, mas com foco no conteúdo químico discutido na ocasião. A tarefa consistia na identificação da região da molécula do indicador ácido-base que sofre alteração com a mudança do pH do meio e, em razão disso, altera a coloração da solução. Exemplos de indicadores com estrutura semelhante são dados para os alunos durante a tarefa. Assim como o Episódio 3, este episódio será dividido em 12a, 12b e 12c./

/Episódio 12a./

1 Professor: pfv, me indiquem qual parte da molécula muda, que faz com que a coloração da timolftaleína mude

2 Professor: podem usar a seta verde

/FER e NIC, que dividem um computador na aula em questão, indicam a região da molécula com a seta, conforme mostrado na Figura 17./

3 Professor: perfeito, esse anel que é quebrado

4 Professor: e muda a configuração das ligações duplas

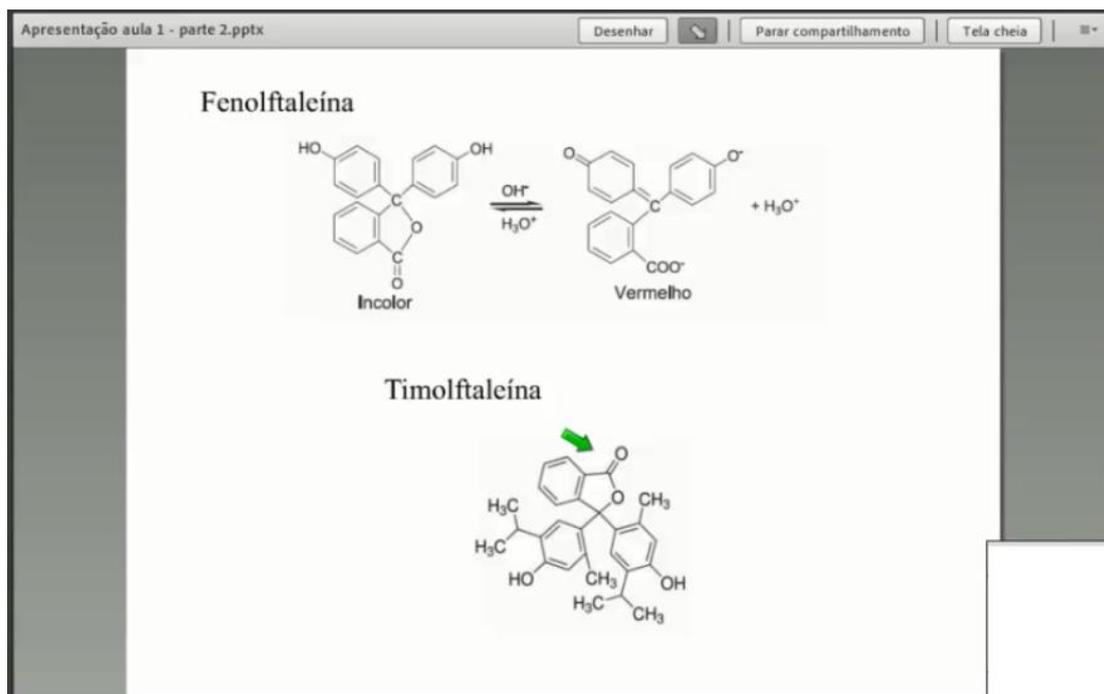


Figura 17. Indicação de FER e NIC no problema do Episódio 12a.

/Episódio 12b./

5 Professor: JUL

6 Professor: sua vez

7 Professor: o que muda no vermelho de metila?

8 Professor: observe o equilíbrio do alaranjado

9 Professor: pode usar a seta tbm

/Após alguns momentos, já retratados no Episódio 3b, JUL indica uma região da molécula, destacada na Figura 18./

10 Professor: issae⁴⁰

11 Professor: a ligação dupla entre os N

⁴⁰ issae = isso aí.

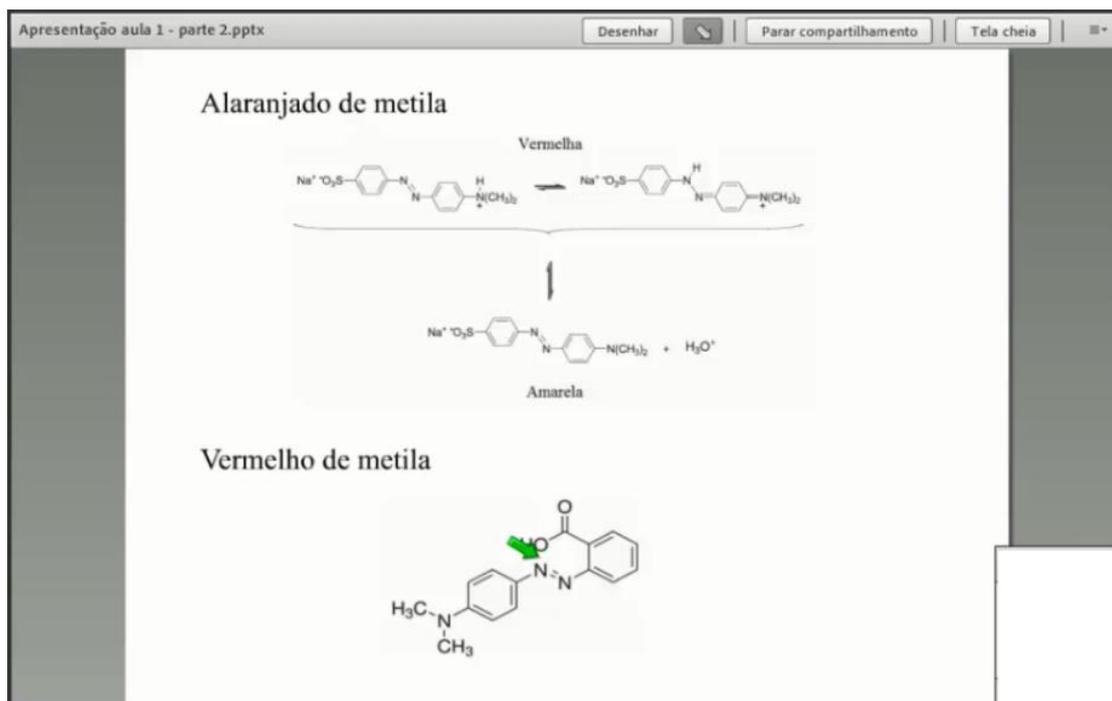


Figura 18. Indicação de JUL no problema do episódio 12b.

/Episódio 12c./

12 Professor: VAL

13 Professor: sua vez

14 Professor: =)

15 Professor: os outros também podem procurar, é claro

16 Professor: mas só a VAL consegue mexer na seta agora

17 Professor: JUL e NIC-FER

18 Professor: acharam?

19 NIC-FER: sim

20 JUL: sim

/Momentos depois, VAL indica a região da molécula com a seta, mostrada na Figura 19./

21 Professor : o anel com o bromo?

22 Professor: quase

23 VAL: eu acho

24 Professor: o que muda é o anel com o enxofre

/E o professor faz o destaque na estrutura analisada por VAL, conforme a Figura 20./

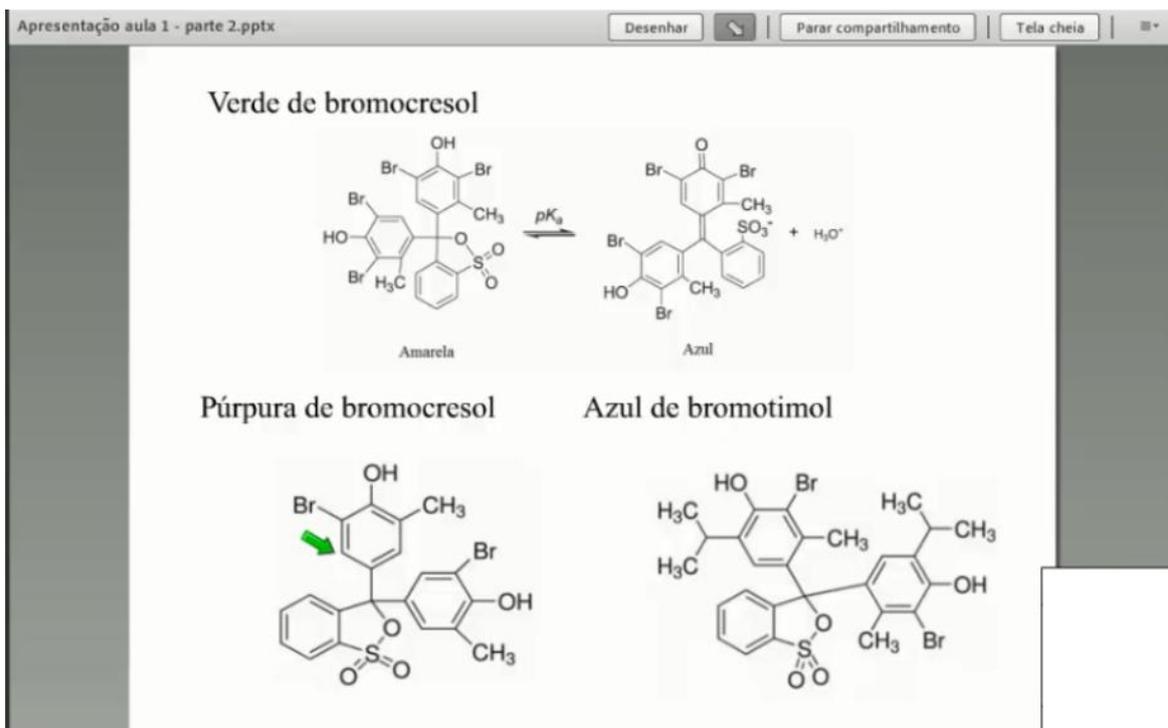


Figura 19. Indicação de VAL no problema do Episódio 12c.

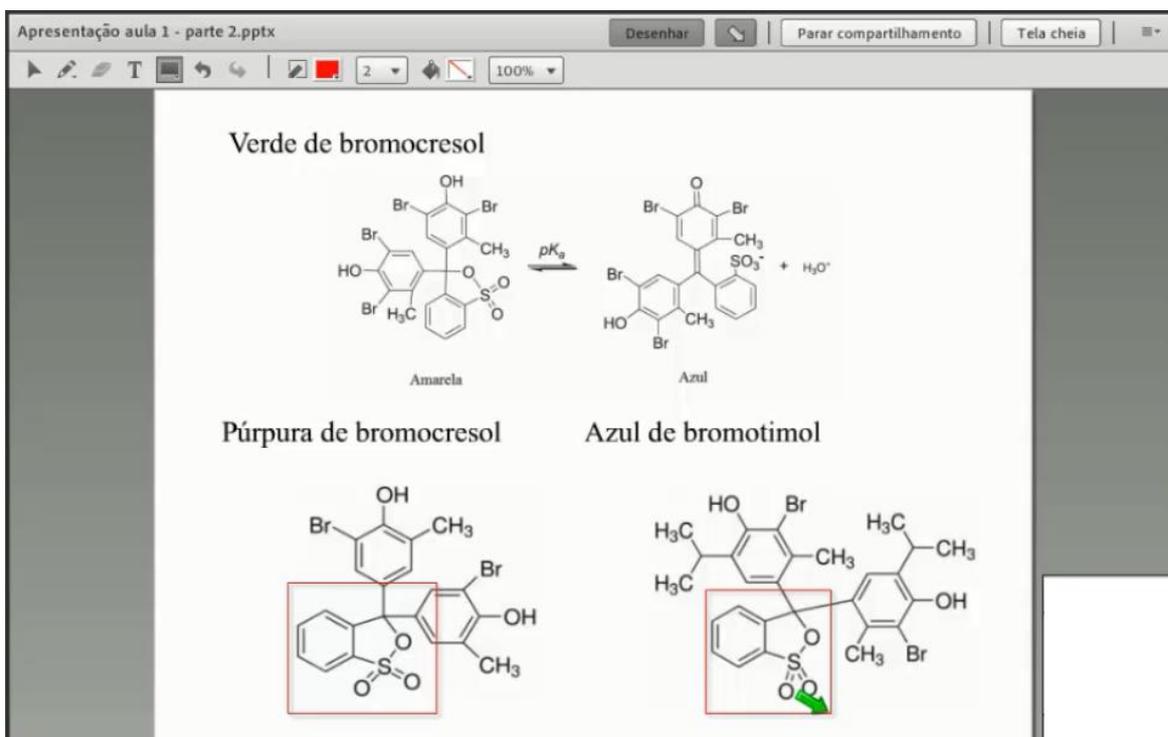


Figura 20. Destaque do professor no final do Episódio 12c.

Neste trecho, o uso da seta pelos alunos como meio mediacional para a resolução do problema proposto pode dar informações a respeito de seu CK. Para isso é preciso verificar se eles conseguiram relacionar as diferentes estruturas químicas dos indicadores que foram apresentadas. É possível ver, nos Episódios 12a e 12b, que NIC, FER e JUL fizeram essa relação, indicando corretamente as regiões dos indicadores que sofrem a alteração com a mudança do pH do meio, ao contrário de VAL, que no Episódio 12c, não indicou a região que sofre a modificação e, posteriormente, foi corrigida pelo professor. É importante destacar que o domínio do meio mediacional nem sempre vem acompanhado da compreensão do conteúdo: JUL, por exemplo, não tinha o mesmo domínio que VAL na seta utilizada nessa tarefa (como o Episódio 3 deixa claro), porém relacionou de maneira correta o seu exemplo, como o Episódio 12b mostra; ao passo que VAL tem domínio sobre a seta, mas não relacionou corretamente as estruturas dos indicadores na sua vez. Portanto, é possível notar que JUL e VAL não demonstraram um TCK bem fundamentado aqui: ao passo que JUL possuía bom conhecimento do conteúdo, seu conhecimento tecnológico deixou a desejar; o contrário acontece com VAL, que tem TK suficiente para resolver a tarefa, mas não CK. Já FER e NIC conseguem mostrar uma boa combinação entre CK e TK, indicando corretamente a área da molécula, sem problemas com a seta usada. Assim, o problema da maneira que foi colocado para os alunos permitiu uma análise tanto do domínio da ferramenta por parte dos estudantes, quanto o seu entendimento acerca dos aspectos químicos envolvidos, contemplando dois objetivos de uma só vez.

Nesta seção exemplos encontrados no *corpus* documental que permitiram a análise da compreensão dos conceitos químicos por parte dos estudantes foram estudados sob a luz da Teoria da Ação Mediada. De acordo com as observações aqui feitas, é possível notar que a sequência didática, da maneira concebida e aplicada, possibilita não só o

domínio dos conceitos químicos pelos alunos, mas também sua análise por parte dos educadores, desde que esse aspecto seja um dos objetivos pré-determinados e referenciais teóricos adequados sejam utilizados.

5.3. Os aspectos técnicos

As seções anteriores foram analisadas sob a ótica da Teoria da Ação Mediada, porém a última seção deste capítulo trará um relato e discussão de como os aspectos técnicos influenciaram no andamento dos encontros online e o foco aqui não é analisá-los com os referenciais adotados neste trabalho, mas discutir suas implicações. Dentre tais aspectos destacam-se o hardware disponível e a conexão à internet dos participantes.

Um fator já levantado algumas vezes no decorrer deste trabalho é a variedade de ferramentas interativas à disposição dos participantes. Para que haja um uso apropriado dessas ferramentas, existem momentos em que é necessário equipamento específico, como fones de ouvido e/ou microfones para as interações via áudio, por exemplo. A falta desse hardware pode causar desconforto para os usuários durante o desenvolvimento da atividade, conforme o ocorrido em uma das aulas, em que NIC começa a utilizar o microfone para se comunicar verbalmente com os demais participantes da reunião, porém está usando caixas de som para receber áudio, o que causa um eco no áudio do professor, pois o microfone de NIC capta o som que sai dos alto-falantes. Esse eco foi a razão de certo desconforto durante o encontro, já que era muito agudo. Este exemplo também é útil para mostrar como a interação nas aulas foi tão diversa do ponto de vista midiático, que é complicado descrever certos exemplos apenas com palavras.

A situação apresentada acima é um caso em que a interferência técnica, devido à ausência de equipamento específico, não causou muitos problemas, porém houve situações em que este fator foi um empecilho um pouco maior, o que pode ser visto no episódio abaixo.

Episódio 13 - A falta de hardware e a dinâmica das aulas.

/Este trecho acontece no início da primeira aula, a de introdução ao software, no momento em que os alunos são convidados a se apresentar. Para isso, eles podem usar áudio e vídeo./

1[Professor]: Ah... vocês, vamos fazer... Queria que vocês falassem rapidamente sobre vocês também. Então vou fazer o seguinte: CAL, eu estou habilitando pra você o microfone, tenta falar alguma coisa, você tem algum microfone no computador, algo assim?

2 CAL: acho q naoo

3 [Professor]: Não? Beleza.

4 CAL: tenho em casa na cidade q moro

5 CAL: posso pegar pras proximas aulas

6 CAL: ;⁴¹

/CAL continua a usar o bate-papo para se apresentar. Momentos depois, VAL é convidada a fazer o mesmo./

7 [Professor]: VAL, sua vez agora. Você disse que estava usando um notebook, certo?

8 [Professor]: VAL? Consegue me ouvir?

/VAL começa a digitar no bate-papo./

9 [Professor]: Ela está digitando, estamos esperando a mensagem dela...

10 VAL: o meu não tem microfone. Estou usando o note da escola :(por isso a internet ta péssima

/VAL continua a se apresentar usando o bate-papo./

O episódio mostra como a falta de microfones de dois alunos (CAL e VAL) fez com que a comunicação entre os participantes ficasse mais lenta e menos dinâmica: o uso do bate-papo para a apresentação dos dois alunos levou cerca de 10 minutos, ao passo que a apresentação de outros dois alunos (FER e NIC) com o uso de áudio levasse aproximadamente 5 minutos. Estes detalhes, que apesar de pequenos, resultam em

⁴¹ *Emoticon* representando frustração.

grandes diferenças no tempo gasto, o que pode culminar em aulas mais longas do que o planejado, além de mais enfadonhas, graças a falta de dinamismo.

Com relação ao tempo gasto, a conexão à internet é um fator que tem grande influência nesse quesito, de acordo com a ilustração que os episódios a seguir fornecem.

Episódio 14 - Curta parada na aula devido à conexão de um aluno.

1 [Professor]: Vocês têm aí alguma dúvida, alguma pergunta? Queriam apontar alguma curiosidade, alguma coisa assim?

2 [NIC]: Por enquanto não.

3 [Professor]: Beleza. Ah... bom, olha só, a primeira coisa...

/Nesse momento, um som indistinto vem de um dos alunos./

4 [Professor]: FER? Você falou alguma coisa?

/Segundos depois./

5 [Professor]: FER, você está aí?

6 [FER]: Oi, estou. Tinha travado aqui.

7 [Professor]: Ah, entendi, entendi.

O pequeno travamento de FER fez com que o professor fizesse uma curta parada na aula para verificar o que poderia ter acontecido. Esse episódio mostra, novamente, como um pequeno detalhe pode contribuir para uma diferença considerável no tempo total da aula, assim como no seu dinamismo. Entretanto este foi um pequeno travamento, porém houve situações em que o inconveniente foi maior, como o próximo episódio relata.

Episódio 15 - Repetição de pontos por parte do professor, devido à conexão dos alunos.

/Este episódio divide-se 15a e 15b, o primeiro compreende o início da apresentação pessoal de VAL e o segundo, sua finalização, que aconteceu na aula de introdução ao Connect®./

/Episódio 15a./

- 1 VAL: quase não ouço o que você fala :(((⁴²
- 2 [Professor]: Vamos ver se fica mais fácil se eu usar o bate-papo
- 3 Professor: fica mais fácil se eu usar o bate papo
- 4 Professor: ?
- 5 [Professor]: Certo?
- 6 VAL: fica
- 7 Professor: ok
- 8 [Professor]: ok
- 9 VAL: bem mais

/Episódio 15b./

- 10 [Professor]: Mais alguma coisa que você gostaria de adicionar?
- 11 Professor: Mais alguma coisa que gostaria de adicionar?
- /Instantes depois./
- 12 [Professor]: Eu acho que ela está com a conexão bem lenta lá, hein CAL.
- 13 CAL: poisé ;//
- 14 VAL: Desculpa Professor, cortou o que você estava falando
- 15 VAL: poderia, por favor, escrever?
- 16 Professor: tudo bem, só subir a barra do chat
- 17 Professor: só perguntei se tem mais algo que gostaria de adicionar
- 18 VAL: não tenho não

A lentidão na conexão de VAL fez com que o professor repetisse seus enunciados: uma vez por áudio e outra pelo bate-papo, como as linhas 2 e 3; 7 e 8; e 10, 11 e 17. O tempo decorrido nesse episódio (aproximadamente 3 minutos) foi maior do que o episódio anterior (aproximadamente 1 minuto), mostrando que a repetição de informações deixa a aula mais longa, prejudicando-a.

O ápice de interferência devido às conexões dos estudantes é quando eles "caem" da sala de reuniões do software, isto é, quando são desconectados do Connect®. Quedas aconteceram algumas vezes no decorrer das aulas e o Episódio 16 trás dois exemplos desse ocorrido.

⁴² *Emoticon* representando tristeza.

Episódio 16 - Queda de conexão de um dos alunos.

/Este episódio também divide-se em duas partes, mostrando dois exemplos semelhantes./

/Episódio 16a./

1 [Professor]: Então, exatamente. É... e essa é a ideia, onde a gente pode fazer, criar conteúdo, certo? Essa é a ideia da web 2.0, por isso que ela revolucionou toda aí a internet. Ah... e aí quando a gente está falando da questão ed...

2 CAL: ?

/A interrogação colocada por CAL no bate-papo faz com que o professor pare abruptamente sua fala e o responda./

3 [Professor]: Ah... falhou aí?

4 Professor: falhou aí?

/Neste momento, CAL é desconectado da sala, seu nome desaparece da lista de participantes./

5 [Professor]: Ah, ele caiu.

6 Professor: a web 2.0 revolucionou a net porque qlqr um pode criar conteúdo

7 Professor: ele caiu =/

/Cerca de 30 segundos depois, CAL entra novamente na sala./

8 Professor: voltou?

9 Professor: CAL/

10 Professor: /

11 Professor: ?

12 [Professor]: Você ainda consegue me ouvir VAL?

/Instantes depois, sem obter resposta de VAL, o professor torna a perguntar./

13 [Professor]: Você ainda consegue me ouvir VAL?

14 CAL: eu cae

15 CAL: zzz

16 Professor: Ainda consegue me ouvir VAL?

17 CAL: do nada para de fala ai tenho que atualizar

18 CAL: pra voltar ;/

/Episódio 16b./

/Em outro momento da mesma aula, CAL é novamente desconectado da sala. O trecho abaixo acontece após seu retorno./

19 CAL: perdi algo desse slide ai ?

20 Professor: não

21 [Professor]: Não, não, eu só falei que existem outros AVA's, outro programas. Os mais comuns aí que a gente tem é o Moodle, é esse aqui, a sigla pra essa frase bem grande aí embaixo. E a gente

também tem o Teleduc. O Teleduc é um programa criado pela... pelo departamento de computação da Unicamp, então ele é 100% brazuca.

22 CAL: ok

23 [Professor]: Conseguiram ouvir aí o que eu falei?

24 VAL: sim

25 CAL: sim

A queda de um aluno pode implicar em diversas consequências no desenrolar da aula, como pode ser visto no Episódio 16. O primeiro ponto, que já foi abordado nos episódios anteriores, é a questão do tempo gasto. O Episódio 16a acontece em pouco mais de dois minutos: tempo em que não houve atividade na aula. No primeiro trecho também é possível notar que o professor repete algumas de suas falas (linhas 1 e 6; 3 e 4; 5 e 7; e 12, 13 e 16), pois já sabia que a lentidão da conexão dos estudantes pode ser contornada com o bate-papo, conforme o Episódio 15 ilustrou. Essa questão da repetição alcançou sua maior expressão quando o professor teve que tratar o mesmo assunto duas vezes na mesma aula, como a linha 21 mostra: o professor volta a falar sobre AVA's disponíveis após a reconexão de CAL. Isso também aconteceu em outros momentos, como a explicação da mesma equação sendo feita uma segunda vez, porque um estudante havia sido desconectado da sala virtual. Quando momentos de instabilidade de conexão aconteciam, o professor mudava sua postura, buscando certificar-se de que não estavam ocorrendo prejuízos na transmissão da informação⁴³. Essa postura pode ser identificada nas linhas 4, 8, 16 e 23.

Portanto o professor procurou contornar essas interferências, seja utilizando parte do tempo em repetições, ou adotando essa postura de confirmar se os alunos estavam recebendo os dados enviados. Outra maneira utilizada pelo professor foi permanecer online em uma rede social, auxiliando os alunos em como proceder em casos de

⁴³ Nesta frase, a expressão "transmissão da informação" relaciona-se aos aspectos técnicos em si: se o áudio estava chegando aos outros participantes, por exemplo, e não a teorias comunicativas.

problemas de conexão, como já foi citado no capítulo 4. Essa alternativa mostrou-se útil e três exemplos são dados aqui: 1) o professor recusou a entrada de VAL na sala após uma desconexão sofrida, sem a intenção de fazê-lo. Rapidamente o aluno foi contatado pelo professor por mensagem na rede social, indicando os passos a seguir para se reconectar. Segundos depois, VAL estava de volta na sala; 2) JUL não sabia o que fazer quando enfrentou problemas na conexão e caiu da atividade, por isso entrou em contato com o professor por mensagem na rede social procurando orientações de como proceder. Após a ajuda, JUL conseguiu se reconectar. Nesses dois primeiros exemplos, os alunos entraram em contato com o professor via rede social após o restabelecimento de suas conexões à internet, logo tinham acesso à rede social, porém não tinham acesso à sala virtual; e 3) em um dos encontros, CAL perdeu a conexão em seu computador e não conseguiu voltar para a aula, apenas seu *smartphone* tinha conexão à internet nesse momento. Felizmente, faltava apenas resolver uma tarefa, relacionada ao cálculo da concentração de uma solução titulada, para que o encontro fosse encerrado. CAL usou a rede social em seu *smartphone* para pedir os dados da titulação para o professor e enviou sua resposta por mensagem na mesma rede minutos mais tarde, ainda utilizando o dispositivo móvel.

A discussão sobre os aspectos técnicos e sua influência nas aulas finaliza este capítulo, que tratou de detalhes ocorridos na aplicação da sequência didática, com a análise de episódios selecionados. Uma vez que os detalhes foram o foco da discussão e argumentação neste capítulo, o próximo apresenta uma visão mais geral e abrangente da atividade realizada, apresentando as conclusões alcançadas com este trabalho.

Capítulo 6. Conclusões

A análise dos episódios no capítulo anterior expôs como o conhecimento de conteúdo e tecnológico dos alunos pôde ser avaliado, incluindo seu desenvolvimento e possíveis integrações nas atividades, além da maneira que o conhecimento pedagógico aplicado nas aulas influenciou no TK e CK. Também foi possível investigar os fatores importantes durante a aplicação do projeto, com destaque para:

- a interação a distância entre os participantes, especialmente nos episódios que retrataram as ferramentas do Adobe Connect® e os modos como foram usadas no decorrer das aulas. Fator que também contribuiu na análise do conhecimento tecnológico dos alunos;

- os aspectos técnicos que causaram empecilhos no andamento dos encontros online, principalmente aqueles relacionados ao hardware disponível e à conexão à internet dos participantes;

- as ferramentas culturais disponíveis e as formas que foram utilizadas, tanto as ligadas aos conceitos e conteúdos químicos abordados durante as aulas (essenciais na investigação do conhecimento de conteúdo dos alunos), quanto as disponibilizadas pelo software para a comunicação entre os participantes.

A Teoria da Ação Mediada foi fundamental na análise, pois foi através do domínio e apropriação das ferramentas culturais que as conclusões foram obtidas, conforme visto no capítulo 5.

Outro tópico que deve ser ressaltado é a importância do suporte a vídeo oferecido, um dos componentes que permitiram a integração entre a EaD e o laboratório didático de Química. As imagens da execução dos experimentos foram satisfatórias, uma vez que os alunos conseguiram visualizar a coloração das soluções e até mesmo o

gotejamento das buretas, graças a resolução da *webcam* utilizada em sua transmissão e da estrutura montada para os experimentos (mostrada no capítulo 2). As demonstrações apresentaram pouca lentidão nos momentos em que o *pod* de vídeo estava ativo. Além disso, imagens eram transmitidas para os alunos apenas durante a realização das titulações, procurando evitar sobrecarregamento de dados enviados e, assim, diminuindo a frequência de ocorrência de lentidões nas aulas. Mais um ponto interessante nesse sentido foi a participação dos alunos na definição de alguns dos parâmetros dos experimentos. Isso contribuía para a sua participação, evitando a passividade que poderia existir em uma simples apresentação e constituindo uma característica relevante na EaD: dar importância aos alunos, mostrar que eles têm influência no andamento da atividade. Um exemplo disso é a escolha do indicador ácido-base usado nas titulações, exposto e analisado nos Episódios 7, 8 e 9 do capítulo 5: além de estimular a participação dos estudantes, também possibilita olhar para o domínio dos conceitos químicos apresentados e discutidos.

Esta foi uma das situações em que o CK dos alunos foi analisado, evidenciando que a atividade é uma oportunidade de verificar o domínio dos conceitos químicos por meio das tarefas propostas, configurando o laboratório a distância, da maneira que foi aplicado - seguindo as recomendações da literatura relativas às iniciativas didáticas a distância e às atividades práticas no ensino - como um ambiente propício para a aprendizagem, inclusive para a aprendizagem colaborativa, como alguns dos episódios destacados retrataram. O mesmo não pode ser dito da apropriação dos conceitos químicos pelos alunos, pois ela implica no uso das ferramentas em diferentes contextos, em diferentes situações; momentos pouco frequentes na sequência didática em questão. Talvez a inserção de tarefas diferentes possa ajudar no exame do processo de apropriação, como aplicação de outras sequências didáticas que usem os mesmos

conceitos químicos abordados ou tarefas em ambientes digitais que não o Adobe Connect®, como uso de fóruns de discussão ou alguma outra tarefa assíncrona. Outro ponto que não faz parte da sequência didática é o desenvolvimento de habilidades manuais dos estudantes com a titulometria e os equipamentos e vidrarias empregados em seu uso. Isso é explicado pela escolha da abordagem da atividade prática: atividade de demonstração, que não inclui aspectos manipulativos por parte dos alunos, como apresentado no levantamento da literatura no capítulo 2. Logo, esse não foi um dos objetivos traçados para a atividade e existem outros momentos, que não os encontros online da forma executada nessa proposta, mais indicados para que essas habilidades sejam trabalhadas.

Uma das premissas iniciais, predita na literatura e abordada no capítulo 1, se confirmou no desenvolvimento da atividade: as tecnologias de informação e comunicação mudaram totalmente a interação entre os sujeitos, constituindo a principal diferença entre o laboratório a distância, aqui proposto, e o laboratório presencial. Essas mudanças são reflexos das diferentes ferramentas culturais acessíveis aos participantes, o que configura um meio com diversas mídias para que a mediação aconteça: um enunciado no bate-papo foi respondido por áudio, que, por sua vez, fez com que um participante alterasse seu *status* e outro indicasse uma área da tela com um retângulo, por exemplo. Os recortes apresentados no capítulo anterior deixam clara essa comunicação multimídia que permeou toda a atividade. A diferença na interação mudou a perspectiva dos participantes, a forma que deveriam utilizar as ferramentas oferecidas, pois elas exigiam habilidades em seu manuseio diferentes das encontradas no laboratório presencial, isto é, exigiam habilidades diferentes daquelas que os participantes estavam acostumados. O episódio em que um dos alunos não conseguiu utilizar certa ferramenta em seu *tablet* ou a maneira que um dos estudantes encontrou

para contornar o problema de sua queda de conexão são dois bons exemplos dessa observação.

Ao citar o problema da desconexão dos estudantes, um dos principais obstáculos encontrados no andamento das atividades vem à tona: os aspectos técnicos. Fatores como o hardware e conexão à internet disponíveis ainda podem limitar e dificultar a aplicação da sequência proposta. O software não causou tantos contratemplos quando comparado aos dois componentes acima descritos: apenas em uma das aulas o áudio não funcionou corretamente, devido ao navegador utilizado, mas isso não impediu que o encontro fosse realizado (os enunciados foram feitos via bate-papo), apenas deixou-o mais lento e menos dinâmico. Nas aulas seguintes a esse incidente, o navegador foi trocado e o incômodo não se repetiu. O principal percalço decorrente desses fatores técnicos foi o tempo gasto no decorrer das aulas: sempre foi maior do que o planejado inicialmente, chegando ao dobro do tempo estimado inicialmente em alguns casos. Quando se olha para a questão da flexibilidade temporal proporcionada pela EaD, ainda é necessário aprimorar esse quesito em iniciativas síncronas, levando em conta possíveis obstáculos que possam surgir, como os exemplos encontrados neste trabalho.

Apesar disso, a atividade aqui proposta provou sua utilidade e eficácia em vários quesitos analisados, mesmo que alguns fatores técnicos ainda possam ser melhorados e outros pontos executados de maneira diferente, como o conteúdo estipulado para cada aula: sua diminuição nos encontros programados poderia contribuir para que o principal empecilho encontrado seja contornado.

Após estas considerações, outra conclusão atingida é que as atividades síncronas na EaD ainda têm muito a ser exploradas pela academia. Afirmção corroborada pela observação da dificuldade em sua análise, grande parte consequente da interação multimidiática proporcionada pelas TIC's, como visto aqui. Nesse sentido, a Teoria da

Ação Mediada se configura como ferramenta analítica propícia para essa tarefa e a maneira que aqui foi utilizada, combinada com o TPACK, uma possibilidade de seu emprego. Porém não se deve perder de vista a investigação de suas características buscando uma aplicação futura em cursos a distância. Mas uma aplicação consciente e de qualidade, que respeite os alunos e não coloque as preocupações financeiras na frente das pedagógicas, como é o exposto por estudiosos da área e visto no primeiro capítulo desta dissertação. Logo, a contribuição no estudo da EaD síncrona é um aspecto deste trabalho, mais precisamente com relação aos parâmetros iniciais para a integração entre laboratório didático e EaD.

Não há dúvidas de que essa iniciativa ainda precisa de ajustes para sua aplicação em cursos a distância, mas é um caminho que começa a ser trilhado. Independente de tais ajustes, sua utilização em licenciaturas presenciais, além de viável, é interessante por dois motivos: 1) o fato de que os futuros professores devem ter contato com as novas tecnologias que podem estar presentes em sua prática futura, da mesma forma que o contato com as diferentes abordagens e graus de estruturação possíveis para as atividades práticas é defendida na literatura, como bem notado no capítulo 2; e 2) isso vem acontecendo de maneira lenta nas licenciaturas de nosso país, vide o exemplo dos licenciandos que foram voluntários nessa iniciativa: apenas um deles conhecia o Adobe Connect® e todos são graduandos de uma das maiores e melhores universidades brasileiras. Dessa forma, também houve contribuição para a formação dos voluntários do projeto, uma vez que eles conheceram uma das ferramentas tecnológicas que podem ter à sua disposição no futuro.

6.1. As possibilidades e recomendações para estudos futuros

A aplicação da atividade, sua posterior análise e conclusões fizeram com que novos olhares sobre o projeto como um todo surgissem e sugestões (além de novas dúvidas) vieram junto de tais olhares.

A sequência didática tratou de titulações ácido-base, usando atividades práticas demonstrativas a distância mediadas pelo Connect® com graduandos em Química de duas unidades da Unesp. Os encontros online realizados contavam sempre com, no mínimo, 2 alunos e, no máximo, 4. Os resultados obtidos levantaram as seguintes sugestões:

- como conceber e aplicar uma atividade com esse mesmo modelo, porém abordando outro tema, que não as titulações ácido-base? Titulações de complexação ou de precipitação, por exemplo?

- a atividade considerou que os alunos já tinham conhecimento prévio sobre o preparo de soluções e das vidrarias, incluindo seu uso. Quais seriam as implicações se uma sequência didática prévia introduzisse esses assuntos, tão importantes no trabalho laboratorial? Como poderia ser aplicada?

- algumas das tarefas descritas nos episódios do capítulo anterior, foram amostras de como o conhecimento de conteúdo (conceitos químicos) pode ser analisado segundo o quadro analítico adotado, porém elas também podem ser consideradas dentro de um processo avaliativo formal dos estudantes? Se sim, como seria sua inserção nesse processo? Caso contrário, quais seriam as sugestões para uma forma de avaliação que incluía a atividade aqui proposta em suas aulas?

- tendo em vista a relevância do contato dos licenciandos durante sua formação com as diferentes abordagens e estruturações das atividades práticas no ensino, é interessante buscar o desenvolvimento de práticas que integrem o laboratório didático com a educação a distância que incorporem essas diversas abordagens e níveis de

estruturação, contribuindo assim, na formação dos futuros docentes. É possível conceber uma atividade com esse cunho?

- o número de alunos não passou de 4 por aula. A quantidade limitada de participantes justifica-se pelo fato de que a atividade foi síncrona, o que pode causar dificuldades com um número muito grande de envolvidos. Porém como seria o desenvolvimento desses encontros online com uma turma maior de participantes? Isto é, como essa atividade poderia ser incluída em um curso a distância? Pois a estrutura pedagógica do curso deveria incluir essa atividade desde sua elaboração e, de preferência, com um TPACK bem desenvolvido, para que seja possível conseguir resultados satisfatórios com sua utilização. Quais as facilidades ou dificuldades que poderiam ser encontradas nessa situação? E se a estrutura desse curso em questão primar por atividades assíncronas, como poderia ser usada essa atividade?

As respostas para as indagações colocadas podem se converter em resultados com importantes implicações nos estudos da EaD, principalmente de suas iniciativas síncronas que, como dito, ainda têm muito a ser explorado. Lembrando também da relevância intrínseca a esses resultados, pois a educação a distância já é uma realidade de nossa sociedade que está cada vez mais conectada, por isso deve ser estudada de maneira cuidadosa e responsável.

7. Referências

- ABRAHAMS, I.; MILLAR, R. Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. **International Journal of Science Education**. v. 30, n. 14, p. 1945-1969, nov. 2008.
- ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. **Adobe Connect Learning**. 2015. Disponível em: <<http://www.adobe.com/br/products/adobeconnect/learning.html>>. Acesso em: 21 jul. 2015.
- AIRES, L. Do silêncio à polifonia: contributos da teoria sociocultural para a educação online. **Revista Discursos série: perspectivas em educação**. n. esp., p. 23-35, dez. 2003.
- ALMEIDA, M. E. B. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**. v. 29, n. 2, p.327-340, jul./dez. 2003.
- ANDRADE, J. A. N. **Contribuições formativas do laboratório didático de Física sob o enfoque das racionalidades**. 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- ARETIO, L. G. Fundamento y Componentes de la Educación a Distancia. **RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**. v. 2, n. 2, p. 28-39, 1999.
- ARETIO, L. G. (coord.); CORBELLA, M. R.; FIGAREDO, D. D. **De la educación a distancia a la educación virtual**. Barcelona: Ariel, 2007. 305 p.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 968 p.
- BATES, A. W. T. **Technology, E-learning and Distance Education**. 2. ed. New York: Routledge, 2005. 215 p.
- BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**. n. esp. 48/2, p. 1-10, jan. 2009.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BRASIL. Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 20 dez. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5622.htm>. Acesso em: 17 jul. 2015.

_____. Decreto nº 5.800, de 8 de junho de 2006. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 9 jun. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5800.htm>. Acesso em: 17 jul. 2015.

_____. Decreto nº 7.480, de 16 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 17 mai. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7480.htm>. Acesso em: 17 jul. 2015.

_____. **Universidade Aberta do Brasil: Instituições**. 2010a. Disponível em: <<http://uab.capes.gov.br/index.php/instituicoes>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

_____. **Universidade Aberta do Brasil: Polos**. 2010b. Disponível em: <<http://uab.capes.gov.br/index.php/polos>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

CARVALHO, A. M. P. (Coord.); SANTOS, E. I.; AZEVEDO, M. C. P. S.; DATE, M. P. S.; FUJII, S. R. S.; NASCIMENTO, V. B. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: FEUSP, 1999. 123 p.

CIRINO, M. M. **Objetos de Aprendizagem como ferramentas socioculturais para o ensino de Química**. 2012. 303f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2012.

COELHO, J.; MARCOS, A. F. O fórum central: catalizador da participação do aluno em turmas virtuais no ensino a distância online. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia Ciência da Informação**. n. esp., p. 85-100, 2º sem. 2010.

FEITOSA, R. A.; LEITE, R. C. M.; FREITAS, A. L. P. "Projeto Aprendiz": interação universidade-escola para realização de atividades experimentais no ensino médio. **Ciência & Educação**. v. 17, n. 2, p. 301-320, 2011.

FUNDAÇÃO CECIERJ/CONSÓRCIO CEDERJ. **Consórcio CEDERJ**. 2015. Disponível em: <<http://cederj.edu.br/cederj/sobre/>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

GABARDO, P.; QUEVEDO, S. R. P.; ULBRICHT, V. R. Estudo comparativo das plataformas de ensino-aprendizagem. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia Ciência da Informação**. n. esp., p. 65-84, 2º sem. 2010.

GARRISON, D. R.; ANDERSON, T. **E-learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice**. New York: RoutledgeFalmer, 2003. 161 p.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. v. 10, p. 43-49, nov. 1999.

_____. A internet vai à escola: domínio e apropriação de ferramentas culturais. **Educação e Pesquisa**. v. 31, n. 1, p. 57-78, 2005.

_____. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2008. 328 p.

HAGE, D. S.; CARR, J. D. **Química analítica e análise quantitativa.** Tradução Midori Yamamoto. Revisão Técnica Edison Wendler. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012. 708 p.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa.** Tradução Jairo Bordinhão et al. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 872 p.

HODSON, D. Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências. Tradução Paulo A. Porto. **Educational Philosophy and Theory.** v. 20, p. 53-66, 1988.

_____. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias.** v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

INSTITUTO DE QUÍMICA/UNICAMP. **Química Geral:** Programa das Disciplinas de Graduação. 2015. Disponível em: <<http://www.iqm.unicamp.br/node/5678>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education.** v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.

LABARCE, E. C. **O ensino de biologia e o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio de atividades práticas e contextualizadas.** 2009. 162 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciência, Unesp, Bauru, 2009.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. **Ciência & Educação.** v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011.

MAJOR, C. H. **Teaching online: a guide to theory, research, and practice.** Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2015. 328 p.

MENDHAM, J.; DENNEY, R. C.; BARNES, J. D.; THOMAS, M. J. K. **Vogel:** análise química quantitativa. Tradução Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 462 p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior (SERES).** 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=16717&Itemid=1117>. Acesso em: 17 jul. 2015.

MORAN, J. M. Modelos e avaliação do ensino superior a distância no Brasil. **ETD – Educação Temática Digital.** v. 10, n. 2, p.54-70, jun. 2009.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. v. 12, n. 1, p. 139-153, jan./jun. 2010.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n. 2, p. 376-398, 2009.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**. v. 18, n. 1, p. 23-39, 2012.

PEREIRA, C. A. **A visão de profissionais da educação sobre o funcionamento do trabalho laboratorial em nível fundamental (5a. a 8a. séries)**. 2004. 206 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

RIBEIRO, V. G. P.; CLEMENTE, C. S.; MAIA, F. J. N.; DIAS FILHO, F. A.; MAZZETTO, S. E. A formação do licenciado em química na UFC discutida nas modalidades ensino a distância e presencial. **Revista Virtual de Química**. v. 5, n. 5, p. 944-958, 2013.

SCHLÜNZEN JUNIOR, K. Educação a distância no Brasil: caminhos, políticas e perspectivas. **ETD – Educação Temática Digital**. v. 10, n. 2, p.16-36, jun. 2009.

UNESP. **NEaD - Núcleo de Educação a Distância da UNESP: Sobre o NEaD**. 2013. Disponível em: <<http://www.unesp.br/nead/#!/sobre-o-nead/sobre/>>. Acesso em: 21 jul. 2015.

_____. **NEaD - Núcleo de Educação a Distância da UNESP: Sala Virtual**. 2014. Disponível em: <<http://www.unesp.br/nead/#!/sala-virtual/>>. Acesso em: 21 jul. 2015.

_____. **Instituto de Química: Licenciatura em Química**. 2015. Disponível em: <<http://www.iq.unesp.br/#!/graduacao1260/cursos/licenciatura-em-quimica/>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

USP. **Grade Curricular: Instituto de Química**. 2015. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=46&codcur=46300&codhab=200&tipo=N>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

VILARINHO, L. R. G.; PAULINO, C. L. Educação a distância no ensino superior brasileiro: das experiências pioneiras ao sistema de rede. **Revista Eletrônica de Educação**. v. 4, n. 1, p. 64-79, mai. 2010.

WERTSCH, J. V. **Voices of the Mind: A Sociocultural Approach to Mediated Action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991. 170 p.

Apêndice I

Cronogramas e material elaborado para as aulas

Aula de introdução ao Adobe Connect

Descrição da aula: primeiro encontro online entre o professor e os estudantes. Será mediado pela Sala Virtual da Unesp, que utiliza o Adobe Connect como suporte para a interação.

Objetivos:

- familiarização dos estudantes com a ferramenta de interação e seus recursos;
- contato online entre o professor e os estudantes;
- apresentação da proposta de atividade (próximos encontros).

Tempo de duração: o encontro terá duração aproximada de 50 minutos.

Cronograma da atividade: o cronograma prévio de tópicos e atividades a serem abordadas segue abaixo.

1 - 10 min: em um primeiro momento, os participantes da aula (professor e estudantes) se apresentarão e, para isso, o professor liberará o direito de fala e de imagem dos estudantes. Portanto, o recurso de fala e de imagem (assim como suas restrições de acordo com a hierarquia dos participantes no software) já serão abordadas logo no início da aula. A interface utilizada será a "Compartilhando" e o pod "vídeo" será apresentado e utilizado pelo professor.

Cada participante terá cerca de 1'30" para relatar informações básicas sobre si mesmo, como nome, idade, cidade de nascimento, local de onde está falando e informações sobre o semestre que está cursando na graduação. Neste momento, é importante o controle do tempo pelo docente, pois ele será o responsável por permitir ou negar o direito à fala (uso de microfone) e à imagem (uso de webcam) aos demais participantes. Outra observação que deve ser feita é o fato de que, se não quiserem, ou se sentirem desconfortáveis com esse aspecto, não é obrigatório o uso da webcam pelos estudantes.

O pod "bate-papo" também será introduzido nesta parte inicial do encontro, pois pode ser utilizado já no segundo momento da aula. Uma pergunta simples pode ser feita para mostrar este pod: se os alunos o encontraram na parte inferior direita da tela, por

exemplo. Caso o tenham encontrado, pode-se pedir que digitem essa afirmação no pod de bate-papo. Mais detalhes sobre este pod serão dados na terceira parte do encontro.

10 - 20 min: o professor destacará o objetivo principal da atividade: a familiarização dos estudantes com a ferramenta de interação (Sala Virtual) e seus recursos. O que é o Adobe Connect (seu surgimento, diversos usos e potencial para a Educação) será apresentado pelo professor com o áudio do docente e slides.

A interação com estudantes pode ser feita com o uso de perguntas, sobre seus conhecimentos e opiniões sobre propostas síncronas de EaD ou de outros ambientes de aprendizagem, por exemplo. As respostas podem ser dadas via áudio ou bate-papo, a critério do docente do encontro.

20 - 40 min: na terceira parte do encontro, as três interfaces diferentes do software e ferramentas mais específicas serão apresentadas e utilizadas.

Na parte superior da tela, existe um botão que tem a imagem de um homem com a mão levantada: é a ferramenta "status". Com ela, qualquer participante poderá definir seu status a qualquer momento, independente da interface utilizada. O símbolo correspondente ao status selecionado será exibido próximo ao nome do participante no pod "participantes", comunicando aos demais sua posição em relação a determinada afirmação feita pelo professor (concordo, discordo, etc.) ou em relação à forma que o encontro está sendo desenvolvido (fale mais alto, acelere, etc.).

Outro aspecto importante a ser apresentado, antes de realizar o aprofundamento nas interfaces e seus pods, é o "menu dos pods". Como exemplo pode ser utilizado o pod "vídeo", pois o mesmo já foi apresentado anteriormente: mostrar que cada pod tem uma lista de opções que pode ser acessada com um clique no botão (com a imagem de uma pequena lista) que se encontra no canto superior direito de cada pod. Aqui também deve ser citada a capacidade de maximizar qualquer pod que o professor tem, dando, assim, maior destaque para alguma atividade específica realizada em determinado pod.

Cada interface, com seus respectivos pods, será abordada de acordo com a sequência:

- **Compartilhando**: interface inicial do Adobe Connect, a interface "Compartilhando" é a primeira tela mostrada assim que o usuário entra na sala de reuniões.

Seu maior pod é o "compartilhar a tela", no qual o professor pode compartilhar com todos os participantes a tela de seu próprio computador, um documento em específico (normalmente nos formatos .pdf ou .ppt) ou um quadro branco. Este pod será utilizado com a apresentação de slides (arquivo no formato .ppt) e suas funcionalidades interativas apresentadas: a possibilidade de fazer anotações e apontar detalhes específicos do slide com uma seta especial pelo docente e as anotações nos slides feitas pelos alunos mediante autorização do docente.

No pod "participantes" é possível visualizar todos os participantes da atividade, suas respectivas hierarquias na sala (host, apresentador ou participante), status e autorização para uso de microfone e/ou webcam. As autorizações, assim como os status, são denotadas por pequenos símbolos próximos ao nome do participante da reunião.

O pod "bate-papo", já introduzido anteriormente, será aprofundado neste ponto: a capacidade de personalização de cada aluno no bate-papo será mostrada e cada aluno deverá realizar algum tipo de alteração na fonte que usará neste pod, como sua cor. Um outro detalhe que é a possibilidade de usar o chat com diferentes participantes também será discutida.

- **Discussão:** na barra vertical encontrada no canto direito da tela, a interface a ser utilizada pode ser trocada. "Discussão" é o nome da segunda interface do Connect a ser abordada.

Nesta tela há um destaque maior para o pod "vídeo", os pods "participantes" e "bate-papo" continuam presentes, sem mudanças em suas funcionalidades. Porém, dois novos pods surgem aqui: "notas" e "pesquisa".

O primeiro é um bloco de notas em que anotações sobre a aula podem ser feitas pelo professor. É importante mostrar que podem ser incluídas quantas páginas de notas forem necessárias e a possibilidade de salvá-las no formato .rtf ou por e-mail. Tudo isso pode ser encontrado no menu do pod "notas".

Já o pod "pesquisa" é um aplicativo em que o professor pode criar uma pergunta para que todos os alunos respondam. As perguntas podem ter três tipos diferentes de respostas: múltipla escolha, em que as opções devem ser dadas pelo professor no momento de formulação da pergunta; múltiplas respostas, na qual podem ser escolhidas mais de uma dentre as alternativas oferecidas pelo professor; e resposta curta, em que os alunos devem redigir em poucas linhas sua resposta. Os resultados dessa pesquisa podem ser apresentados na forma de porcentagem, de números inteiros ou ambos. O

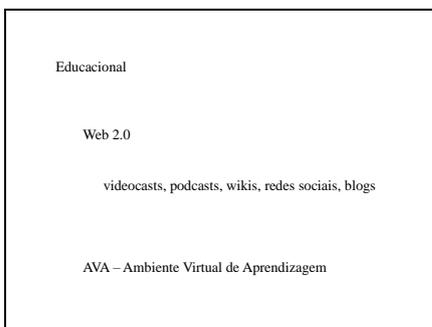
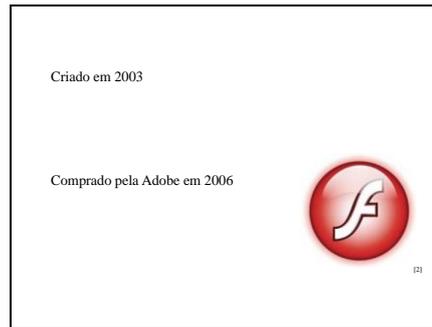
docente também pode autorizar os alunos a criarem perguntas para a pesquisa, incrementando o leque de interação entre os participantes da atividade.

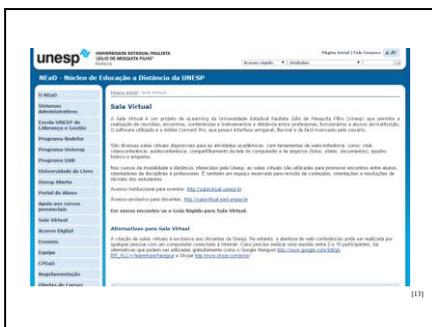
- **Colaboração:** na última interface padrão do software, os seguintes pods estão disponíveis: "compartilhamento de arquivos", porém com tamanho menor que na interface "compartilhando", "vídeo", com o mesmo tamanho que na interface "compartilhando", "participantes", "bate-papo", "notas" e "arquivos".

O pod "arquivos", único aplicativo novo nessa interface, permite a transferência de arquivos entre os participantes. O docente pode fazer o upload de um arquivo e os demais participantes, o download de tal arquivo. Também será apresentada a permissão que o docente pode dar para os alunos disponibilizarem arquivos (ou seja, conteúdo) para os demais participantes. Este pod pode ser usado como oportunidade para que atividades solicitadas pelo docente sejam entregues pelos alunos, por exemplo.

40 - 50 min: na última parte da aula inicial, a proposta da atividade, ou seja, o que planejamos fazer nos próximos encontros, será discutida e o professor questionará os alunos sobre as suas expectativas em relação às atividades, buscando receber um feedback inicial dos estudantes.

Dúvidas finais poderão ser tiradas e o agendamento dos próximos encontros realizado.





Créditos das imagens

- [1] - <http://www.liv.ac.uk/csd/software-support/adobe-connect/>
- [2] - <http://www.logosps.net/adobe-flash-logo-eps-file.html>
- [3] - https://www.youtube.com/watch?v=IE_FK298fca&index=1&list=WL
- [4] - <http://edcanistrano.blogspot.com.br/2010/11/desmentindo-o-mes-saco-de-dinheiro.html>
- [5] - http://www.adobe.com.br/customershowcase/stories_sl_id-contentfilter_sl_featuredisplayvps_sl_all.html
- [6] - <http://www.f.ufrj.br/>
- [7] - <http://www.calsiate.edu/>
- [8] - <https://www.liv.ac.uk/>
- [9] - <http://www.windowsteam.com.br/microsoft-anuncia-nova-integracao-office-365-com-o-ambiente-virtual-moodle/>
- [10] - http://www.linhem.sp.gov.br/noticias/2014/fevereiro/curso-on-line_fonecivica_para_professores_cota_com_inscricoes_abertas.html
- [11] - <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp/logoipm>
- [12] - <http://www.unesp.br/ead/>
- [13] - <http://www.unesp.br/ead/#/sala-virtual/>

Aula 1 - Indicadores ácido-base

Descrição da aula: abordagem das características e usos dos indicadores ácido-base.

Objetivos:

- apresentação sobre os indicadores ácido-base: o que são, importância e utilização;
- demonstração de viragem de indicadores;
- relacionar a mudança de cor da solução com a alteração na estrutura molecular do indicador.

Tempo de duração: aproximadamente 45 minutos.

Cronograma da atividade:

1 - 10 min: discussão inicial sobre ácidos e bases: importância, aplicações, análises químicas, entre outros. O professor discursará sobre o tópico com apresentação de slides no pod "compartilhar a tela" do Adobe Connect. A interação com os estudantes será feita com perguntas sobre conhecimentos prévios sobre ácidos e bases, como o que já estudaram até o momento em seus cursos de graduação e conhecimentos prévios ao seu ingresso na universidade, relativos ao seu cotidiano. Para isso, as seguintes opções de ferramentas podem ser utilizadas: áudio do docente e dos alunos, bate-papo geral ou o pod "pesquisa".

10 - 20 min: o encontro continuará com a discussão sobre os indicadores ácido-base: o que são, sua relevância e utilização. A condução deste momento da aula será semelhante à da primeira parte. Um ponto a ser destacado aqui é a apresentação da estrutura molecular da fenolftaleína, um dos indicadores ácido-base mais comuns, para posterior discussão da influência que a estrutura molecular do indicador tem na mudança da cor da solução.

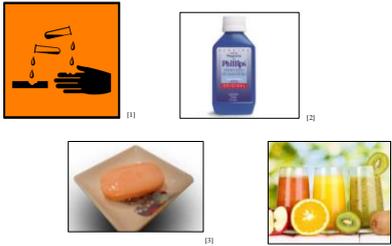
20 - 35 min: na terceira parte do encontro, os indicadores ácido-base listados abaixo serão utilizados na demonstração dos pontos de viragem:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 - azul de timol; | 7 - vermelho neutro; |
| 2 - alaranjado de metila; | 8 - fenolftaleína; |
| 3 - verde de bromocresol; | 9 - timolftaleína; |
| 4 - vermelho de metila; | 10 - índigo carmim; |
| 5 - púrpura de bromocresol; | 11 - azul de metileno + vermelho neutro. |
| 6 - azul de bromotimol; | |

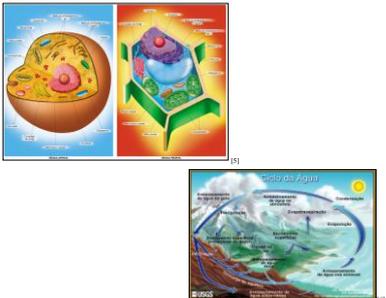
A numeração indica a sequência que cada indicador será utilizado, segundo ordem crescente de pontos de viragem na escala de pH (com exceção da solução mista número 12, que tem pH de viragem igual a 7,0). As demonstrações serão feitas em erlenmeyers de 125 mL: um para cada indicador. Inicialmente, será utilizada solução de HCl 0,2 mol.L⁻¹ nos erlenmeyers e o pH de cada tubo será elevado com gotas de solução de NaOH 0,5 mol.L⁻¹ até a mudança de coloração da solução. Aos alunos será pedido que anotem tudo o que está sendo realizado, inclusive a quantidade de solução básica adicionada, para que possa ser discutida a diferença no pH de viragem dos diversos indicadores usados. Notas podem ser registradas no pod "notas", uma vez que este momento da aula será realizado na interface "Discussão" do Connect.

35 - 45 min: a última parte da aula poderá ser realizada nas interfaces "Compartilhando" ou "Discussão" e será dedicada à discussão da demonstração, na qual o intervalo de pH de viragem, os cálculos de determinação dos intervalos e as formas ácidas e básicas dos indicadores serão abordados, além da apresentação das estruturas moleculares dos demais indicadores. Um exercício que pode ser feito pelos estudantes neste momento é a identificação das mudanças nas estruturas moleculares responsáveis pela alteração na cor da solução. Dúvidas finais também podem ser tiradas nos últimos momentos da aula.

Ácidos, bases e indicadores



[1] [2] [3] [4]



[5] [6] [7]

Ácidos e bases de Brønsted-Lowry

Um **ácido** é um doador de prótons (H^+)

Uma **base** é um receptor de prótons (H^+)

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$NH_3_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Um **ácido forte** está, virtualmente, completamente desprotonado em solução

Um **ácido fraco** está parcialmente desprotonado em solução

Uma **base forte** está, virtualmente, completamente protonada em solução

Uma **base fraca** está parcialmente protonada em solução

Ácidos e bases conjugados

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

$$NH_3_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$(CH_3)_3N_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons (CH_3)_3NH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

A escala de pH

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$\frac{a_{H^+} a_{OH^-}}{a_{H_2O}} = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} \times \frac{y_{H^+} y_{OH^-}}{y_{H_2O}} = K_w$$

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K_w \longrightarrow [H^+][OH^-] = K_w$$

$$K_w = [H^+][OH^-] \xrightarrow{-\log} pK_w = pH + pOH$$

Na água pura (25°C):

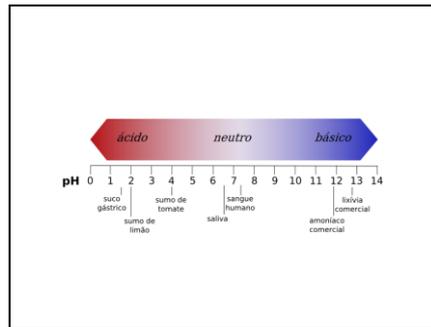
$$K_w = 1,0 \times 10^{-14} \quad [H^+] = [OH^-] = 1,0 \times 10^{-7}$$

Meio ácido:

$$[H^+] > [OH^-] \rightarrow [H^+] > 1,0 \times 10^{-7} \rightarrow pH < 7,0$$

Meio básico:

$$[H^+] < [OH^-] \rightarrow [H^+] < 1,0 \times 10^{-7} \rightarrow pH > 7,0$$



Constantes de acidez e basicidade

Para o ácido fraco HA:



$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$



$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[HA]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

Para a base fraca B:



$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$



$$K_b = \frac{[(CH_3)_3NH^+][OH^-]}{[(CH_3)_3N]} = 6,5 \times 10^{-5}$$



$$K_a = \frac{[(CH_3)_3N][H_3O^+]}{[(CH_3)_3NH^+]}$$

$$K_b \times K_a = \frac{[(CH_3)_3NH^+][OH^-]}{[(CH_3)_3N]} \times \frac{[(CH_3)_3N][H_3O^+]}{[(CH_3)_3NH^+]} = [H^+][OH^-]$$

$$K_b \times K_a = K_w$$

$$pK_w = pK_b + pK_a$$

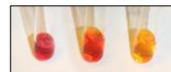
Indicadores ácido-base

Ácidos ou bases orgânicas muito fracas

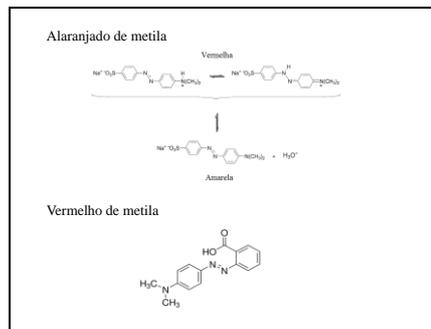
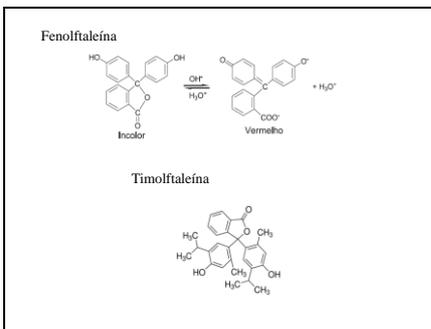
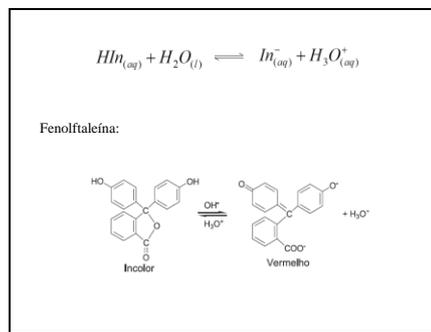
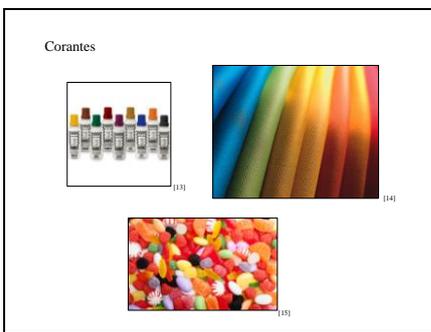
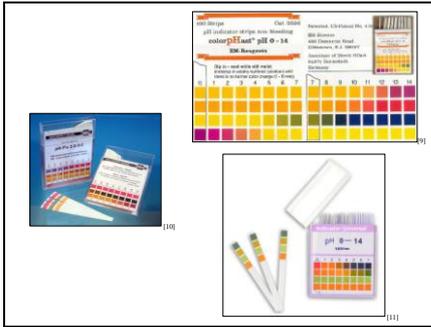
Coloração alterada de acordo com o pH do meio

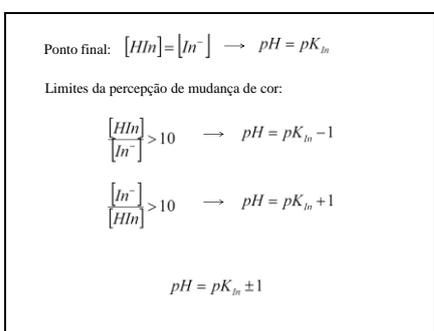
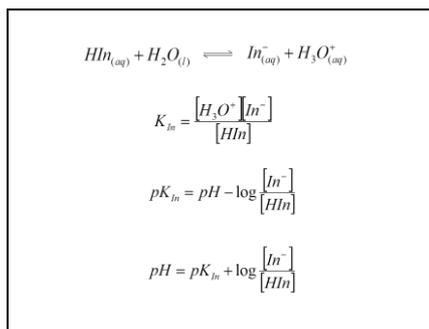
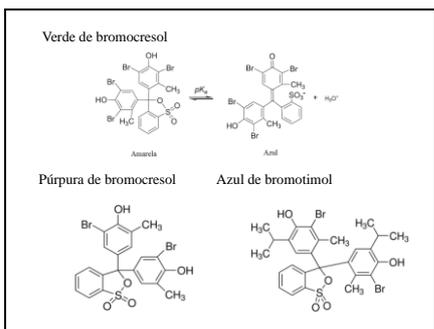


(1)



(2)





Indicador	Cor da forma ácida	Faixa de pH de viragem	pK _{In}	Cor da forma básica
Azul de timol	vermelho	1,2-2,8	1,7	amarelo
Alaranjado de metila	vermelho	2,9-4,6	3,7	amarelo
Verde de bromocresol	amarelo	3,6-5,2	4,7	azul
Vermelho de metila	vermelho	4,2-6,3	5,0	amarelo
Púrpura de bromocresol	amarelo	5,2-6,8	6,1	púrpura

Indicador	Cor da forma ácida	Faixa de pH de viragem	pK _{In}	Cor da forma básica
Azul de bromotimol	amarelo	6,0-7,6	7,1	azul
Vermelho neutro	vermelho	6,8-8,0	7,4	laranja
Fenolftaleína	incolor	8,3-10,0	9,6	vermelho
Timolftaleína	incolor	9,3-10,5	9,3	azul
Índigo Carmin	azul	11,4-13,0		amarelo

Créditos das imagens

- http://pt.wikipedia.org/wiki/Subst%C3%A2ncia_cornixa
- <http://bloghulledebeaute.com/leite-de-magnesia-contr-a-oleosidade-excessiva/>
- <http://pt.gifs.com/beleza/materias-de-saude/qual-e-o-melhor-sabonete-para-voce.htm>
- <http://www.mundoboaforma.com.br/uso-de-fura-emporda/>
- http://imglesbiologianaveia.blogspot.com.br/2013/03/citologia-na-veia_26.html
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_hidro%C3%B3ico
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Alaranjado_de_metila
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Vermelho_de_metila
- <http://imgsource.com/1/papel-de-ph/>
- <http://pinkstake.com/papel-indicador-de-ph/>
- http://apksda.com/papel-indicador-de-ph_picture.html
- <http://quimicaensinada.blogspot.com.br/2014/03/indicadores-acidobase-extrato-de.html>
- <http://www.efacil.com.br/hoja-produtos/corante-amarelo-50ml-emb-c-12-un-xadrez-426600/?hoja-substancia>
- <http://www.althva.com/blog/index.php/materias/>
- <http://www.dicademulher.com.br/o-lado-negro-do-corante-alimenticio/>

Aula 2 - Titulação ácido forte/base forte

Descrição da aula: estudo da titulação de ácidos fortes (monoprótico e poliprótico) com bases fortes.

Objetivos:

- determinar a concentração de soluções de HCl e de H₂SO₄;
- discutir a forma e construção de uma curva de titulação de ácido forte com base forte;
- importância do planejamento prévio de testes e/ou experimentos e da escolha do indicador ácido-base utilizado;

Tempo de duração: aproximadamente 55 minutos.

Cronograma da atividade:

1 - 10 min: a primeira parte do encontro se voltará para uma discussão prévia sobre titulações ácido-base: como são executadas, os aparelhos e vidrarias utilizados, ponto de equivalência, determinação deste ponto e estequiometria entre os reagentes. O professor utilizará imagens e slides para fomentar essa discussão inicial. Finalmente o modo que a concentração de uma solução pode ser determinada em uma titulação ácido-base será abordado. Na interface "Compartilhando" do Connect ocorrerá a maior parte dessa interação inicial, os demais momentos do encontro utilizarão mais a interface "Discussão".

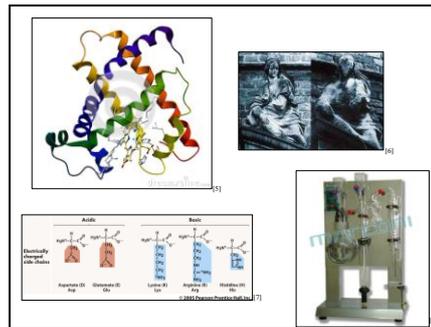
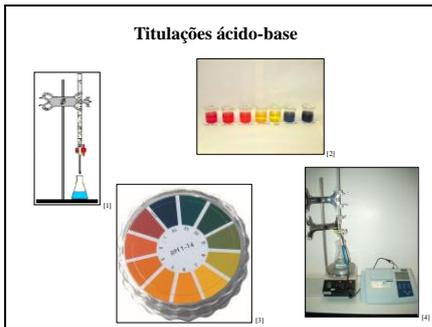
10 - 30 min: a primeira titulação será feita: 40 mL de HCl 0,5 mol.L⁻¹ serão titulados com NaOH 1,0 mol.L⁻¹ padronizado. Seguindo às conclusões alcançadas com o que foi abordado no primeiro momento do encontro, os alunos serão incitados a descrever o que deve ser executado no teste, incluindo a escolha do indicador a ser utilizado. Isto aumenta a interação entre o que está sendo realizado e os alunos. Novamente os alunos deverão tomar notas sobre o que sendo realizado.

Após a mudança de cor do indicador, considerações sobre a titulação serão feitas pelo professor e pelos alunos e uma das tarefas dos alunos será o cálculo da concentração da solução de HCl. Uma vez que não será utilizado um pHmetro na

titulação apenas as implicações da curva de titulação serão discutidas: sua forma e construção, ou seja, não será construída uma curva de titulação na aula.

30 - 50 min: a segunda titulação será feita: 40 mL de H_2SO_4 $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ serão titulados com NaOH $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ padronizado. A execução do teste, posterior discussão e cálculo da concentração da solução de H_2SO_4 serão realizados de maneira semelhante ao da primeira titulação, com, logicamente, ênfase nas diferenças no cálculo devidas à diferente estequiometria entre os reagentes da titulação.

50 - 55 min: considerações finais sobre as titulações de ácido forte com base forte serão feitas e últimas dúvidas sanadas.



Titulação de neutralização

$$\text{ácido} + \text{base} \rightarrow \text{água} + \text{sal}$$

Determinação da concentração de uma solução (analito) com solução de concentração conhecida (titulante)

Ponto de equivalência

Estequiometria entre os reagentes

Titulações entre ácido e base fortes

$$HA + B \rightarrow A^- + BH^+$$

Analito: 50 mL de HA
 Titulante: B; $[B] = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$
 Ponto de equivalência: 30 mL de solução de B

Qual a concentração da solução de HA?

Número de mols de B consumidos:

$$n_B = C_B \times V_B = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,030 \text{L} = 0,015 \text{mol}$$

No ponto de equivalência:

$$n_B = n_{HA}$$

Logo:

$$C_{HA} = \frac{n_{HA}}{V_{HA}} = \frac{0,015 \text{mol}}{0,050 \text{L}} = 0,3 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Como identificar o ponto de equivalência?

$$HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons In^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$pK_{in}$$

Ponto de equivalência \rightarrow pH específico

$$pK_{in} \approx pH \text{ (ponto de equivalência)} \pm 1$$

Titulações entre ácido e base fortes

No ponto de equivalência:

$$n_B = n_{HA}$$

Estão, virtualmente, completamente ionizados (ácido desprotonado e base protonada)

Qual o pH do ponto de equivalência?

Curva de titulação

Gráfico: volume de titulante x pH

Quatro momentos:

1º: antes da adição de base:

$$[H^+] = C_{HA}$$

C_{HA} = concentração inicial do ácido

2º: meio da titulação (1-99% concluída):

$$[H^+] = \frac{V_{HA} \times C_{HA} - V_B \times C_B}{V_T}$$

V_T = volume total no erlenmeyer (volume inicial do ácido + volume de base adicionada)

3º: ponto de equivalência (100% concluída):

$$[H^+] = [OH^-] \rightarrow K_w = [H^+][OH^-] \rightarrow [H^+] = 1,0 \times 10^{-7} \frac{mol}{L}$$

4º: após ponto de equivalência (titulante em excesso):

$$[OH^-] = \frac{V_B \times C_B - V_{HA} \times C_{HA}}{V_T}$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

Antes da adição de base:

$$[H^+] = C_{HA} = 0,5 \frac{mol}{L}$$

$$pH = 0,30$$

Adição de 5 mL de base:

$$[H^+] = \frac{V_{HA} \times C_{HA} - V_B \times C_B}{V_T} =$$

$$\frac{0,040L \times 0,5 mol \cdot L^{-1} - 0,005L \times 1,0 mol \cdot L^{-1}}{0,045L} = 0,33 \frac{mol}{L}$$

$$pH = 0,48$$

Adição de 15 mL de base:

$$[H^+] = \frac{0,040L \times 0,5 mol \cdot L^{-1} - 0,015L \times 1,0 mol \cdot L^{-1}}{0,055L} = 0,09 \frac{mol}{L}$$

$$pH = 1,04$$

Adição de 19,8 mL de base:

$$[H^+] = \frac{0,040L \times 0,5 mol \cdot L^{-1} - 0,0198L \times 1,0 mol \cdot L^{-1}}{0,0598L} = 3,34 \times 10^{-3} \frac{mol}{L}$$

$$pH = 2,48$$

Adição de 19,9 mL de base:

$$[H^+] = \frac{0,040L \times 0,5 mol \cdot L^{-1} - 0,0199L \times 1,0 mol \cdot L^{-1}}{0,0599L} = 1,67 \times 10^{-3} \frac{mol}{L}$$

$$pH = 2,78$$

Adição de 20 mL de base:

$$[H^+] = [OH^-] \rightarrow K_w = [H^+][OH^-] \rightarrow [H^+] = 1,0 \times 10^{-7} \frac{mol}{L}$$

$$pH = 7,00$$

Adição de 20,1 mL de base:

$$[OH^-] = \frac{V_b \times C_b - V_{HA} \times C_{HA}}{V_T} =$$

$$\frac{0,0201L \times 1,0 mol.L^{-1} - 0,040L \times 0,5 mol.L^{-1}}{0,0601L} = 1,66 \times 10^{-3} \frac{mol}{L}$$

$$[H^+] = 6,01 \times 10^{-12} \frac{mol}{L} \quad pH = 11,22$$

Adição de 20,2 mL de base:

$$[OH^-] = \frac{0,0202L \times 1,0 mol.L^{-1} - 0,040L \times 0,5 mol.L^{-1}}{0,0602L} = 3,32 \times 10^{-3} \frac{mol}{L}$$

$$[H^+] = 3,01 \times 10^{-12} \frac{mol}{L} \quad pH = 11,52$$

Adição de 25 mL de base:

$$[OH^-] = \frac{0,025L \times 1,0 mol.L^{-1} - 0,040L \times 0,5 mol.L^{-1}}{0,065L} = 0,08 \frac{mol}{L}$$

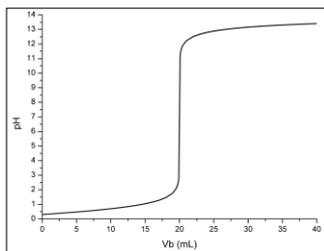
$$[H^+] = 1,30 \times 10^{-13} \frac{mol}{L} \quad pH = 12,89$$

Adição de 30 mL de base:

$$[OH^-] = \frac{0,030L \times 1,0 mol.L^{-1} - 0,040L \times 0,5 mol.L^{-1}}{0,070L} = 0,14 \frac{mol}{L}$$

$$[H^+] = 7,0 \times 10^{-14} \frac{mol}{L} \quad pH = 13,15$$

V_b adicionado (mL)	pH
0	0,30
5	0,48
15	1,04
19,8	2,48
19,9	2,78
20	7,00
20,1	11,22
20,2	11,52
25	12,89
30	13,15



Concentração da solução de H_2SO_4 ?



No ponto de equivalência:

$$n_{H_2SO_4} = \frac{n_B}{2}$$

Número de mols de B consumidos:

$$n_B = 1,0 \frac{mol}{L} \times V_B$$

Concentração do ácido sulfúrico:

$$C_{H_2SO_4} = \frac{n_{H_2SO_4}}{0,040L}$$

Créditos das imagens

- [1] - http://www.notapositiva.com/pt/rbests/quimica/11_neutralizacao_acido_base_d.htm
- [2] - <http://mblog.whmsoft.net/es/Encuentros.php?keyword=indicador-universal-quimica&language=spanish>
- [3] - http://wikienciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Indicador_de_%C3%A1cido-base
- [4] - <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAcouQAB/titilacao-potenciometrica-metodo-grav-das-derivadas>
- [5] - <http://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-protoc3%ADna-globular-image671524>
- [6] - <http://trabalhodegeografia.blogspot.com.br/>
- [7] - <http://pixshark.com/amino-acid-chart-circle.htm>
- [8] - <http://www.marconi.com.br/capa.asp?idpagina=exibeproduto&procodig=117>

Aula 3 - Titulação eletrólito fraco/eletrólito forte

Descrição da aula: estudo das titulações de ácidos fracos com bases fortes e de bases fracas com ácidos fortes.

Objetivos:

- determinar a concentração da solução de ácido acético (CH_3COOH);
- discutir a forma e construção de curvas de titulação de eletrólitos fracos com eletrólitos fortes;
- discutir as diferenças entre as curvas de titulação já estudadas, assim como destacar seus pontos importantes;
- importância da escolha do indicador ácido-base utilizado, incluindo cálculos teóricos que ajudam nessa escolha.

Tempo de duração: aproximadamente 55 minutos.

Cronograma da atividade:

1 - 10 min: apresentação e discussão inicial sobre as características de ácidos e bases fracas e sua neutralização por ácidos e bases fortes, incluindo aspectos quantitativos, como os cálculos teóricos relacionando o pH com as constantes de dissociação dos eletrólitos. Esse momento será conduzido pelo professor com a apresentação de slides para fomentar a discussão. Os alunos podem tomar suas próprias notas, que poderão auxiliá-los nos momentos seguintes da aula. Semelhante à Aula 2, o primeiro momento da aula utilizará majoritariamente a interface "Compartilhando", já o restante dela utilizará mais a interface "Discussão".

10 - 30 min: será feita a titulação de CH_3COOH $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ com solução de NaOH $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ padronizado. Semelhante ao realizado na Aula 2, os alunos deverão participar do teste, indicando o que deve ser feito nele. Uma possibilidade a ser explorada aqui é a execução de duas titulações: uma com um indicador sugerido pelos alunos e outra com um indicador recomendado pela literatura. Deve ficar claro que os alunos podem sugerir o mesmo indicador recomendado pela literatura; caso não seja essa a situação, a diferença encontrada no volume de titulante (e conseqüentemente da

concentração de CH_3COOH calculada) pode ser explorada para evidenciar a importância da escolha do indicador e da preparação prévia do teste.

Após a mudança de coloração na solução, a interação se voltará para as características da titulação realizada e cálculo da concentração da solução de CH_3COOH pelos estudantes. Neste ponto, aspectos teóricos, como a forma e construção da curva dessa titulação também serão abordados. O material utilizado pelo professor na discussão será retirado de literatura específica e apresentado na forma de slides.

30 - 50 min: na terceira parte da aula, outra titulação será executada. Desta vez, hidróxido de amônio (NH_4OH) $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ será titulado com HCl $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ padronizado. A titulação será conduzida de forma semelhante à anterior: com a participação dos estudantes. Uma tarefa dessa participação é o cálculo prévio do pH do ponto de viragem da titulação para que o indicador ácido-base mais adequado para a titulação em questão possa ser escolhido.

Na discussão posterior, os alunos serão incitados a prever o comportamento da curva da titulação, baseando-se no que foi discutido na primeira titulação da aula e identificando as diferenças existentes entre elas.

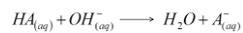
50 - 55 min: considerações finais sobre as titulações estudadas serão feitas e dúvidas remanescentes podem ser tiradas.

Titulações envolvendo ácidos e bases fracas

Um **ácido fraco** está parcialmente desprotonado em solução



Uma **base fraca** está parcialmente protonada em solução

**Titulação de um ácido fraco com uma base forte**

Estequiometria entre os reagentes não muda (1:1)

pH no ponto de equivalência?



Temos um sal de um ácido fraco com uma base forte



$$K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

Porém:



(C_{HA} = concentração inicial do ácido)

Para cada HA formado, temos um OH^- $\longrightarrow [OH^-] = [HA]$

Substituindo na expressão de K_b :

$$K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \longrightarrow K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_{HA} - [OH^-]}$$

Rearranjando:

$$[OH^-]^2 + K_b[OH^-] - K_b C_{HA} = 0$$

Equação do 2º grau

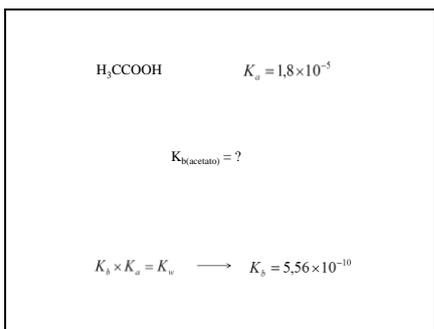
Porém, se o ácido for muito fraco ($K_b \approx 10^{-5}$):

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_{HA} - [OH^-]} \longrightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b C_{HA}}$$

Titulação de ácido acético com hidróxido de sódio

$$K_b = \frac{[H_3CCOOH][OH^-]}{[H_3CCOO^-]}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b C_{HA}}$$



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b C_{\text{HA}}}$$

$$C_{\text{HA}} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 7,46 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$p\text{OH} = 5,13$$

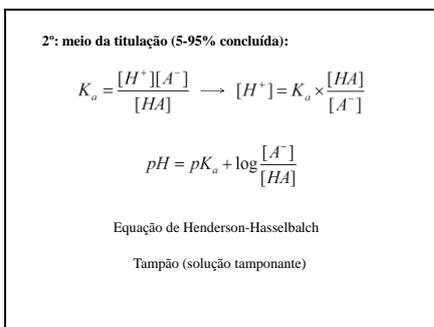
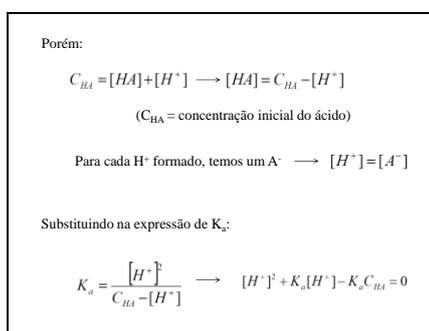
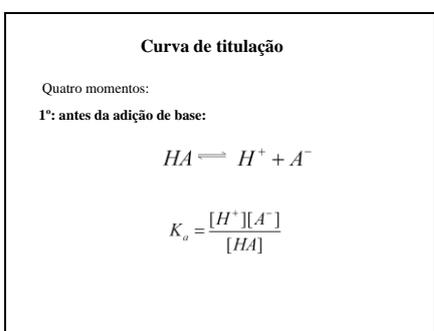
$$p\text{H} = 8,87$$

$$C_{\text{HA}} = 1,0 \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 2,36 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$p\text{OH} = 4,63$$

$$p\text{H} = 9,37$$



$$[\text{A}^-] = \frac{V_B \times C_B}{V_T}$$

$$[\text{HA}] = \frac{V_{\text{HA}} \times C_{\text{HA}} - V_B \times C_B}{V_T}$$

3º: ponto de equivalência (100% concluída):

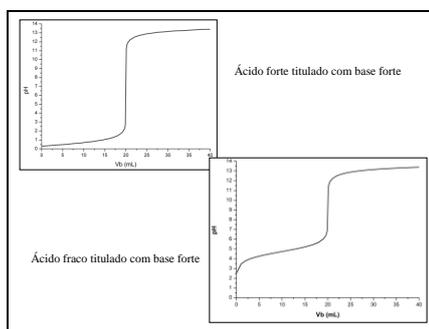
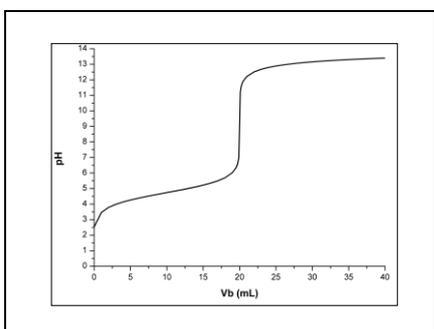
$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_{HA} - [OH^-]} \rightarrow [OH^-]^2 + K_b[OH^-] - K_b C_{HA} = 0$$

4º: após ponto de equivalência (titulante em excesso):

$$[OH^-] = \frac{V_B \times C_B - V_{HA} \times C_{HA}}{V_T}$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

V _b adicionado (mL)	pH
0	2,52
5	4,26
10	4,74
15	5,22
19,8	6,74
19,9	7,04
20	9,22
20,1	11,11
20,2	11,52
25	12,89
30	13,15



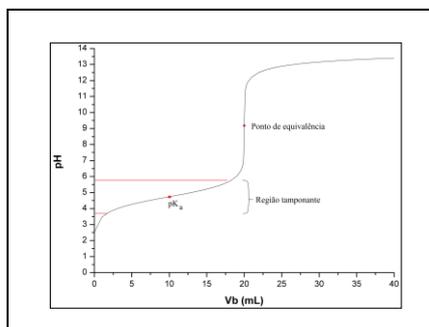
Equação de Henderson-Hasselbalch

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Quando $[A^-] = [HA]$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}^0$$

$$pH = pK_a$$



Titulação de uma base fraca com um ácido forte

Estequiometria entre os reagentes não muda (1:1)
pH no ponto de equivalência?



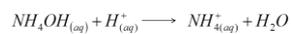
Temos um sal de uma base fraca com um ácido forte



$$K_a = \frac{[B][H_3O^+]}{[BH^+]}$$

As mesmas considerações são aplicadas, logo:

$$[H^+]^2 + K_a[H^+] - K_a C_B = 0 \quad \text{ou} \quad [H^+] = \sqrt{K_a C_B}$$

Titulação de hidróxido de amônio com ácido clorídrico

$$K_a = \frac{[NH_4OH][H^+]}{[NH_4^+]}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a C_B}$$



$$K_{a(\text{amônio})} = ?$$

$$K_b \times K_a = K_w \longrightarrow K_a = 5,56 \times 10^{-10}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a C_B}$$

$$C_B = 0,5 \text{ mol/L}$$

$$K_a = 5,56 \times 10^{-10}$$

$$\text{pH} = ?$$

Curva de titulação

Quatro momentos:

1º: antes da adição de ácido:



$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} \longrightarrow [OH^-]^2 + K_a[OH^-] - K_b C_B = 0$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

2º: meio da titulação (5-95% concluída):

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} \rightarrow [OH^-] = K_b \times \frac{[B]}{[BH^+]}$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{[BH^+]}{[B]}$$

Equação de Henderson-Hasselbalch

Tampão (solução tamponante)

$$[BH^+] = \frac{V_{HA} \times C_{HA}}{V_T}$$

$$[B] = \frac{V_B \times C_B - V_{HA} \times C_{HA}}{V_T}$$

$$pH + pOH = 14$$

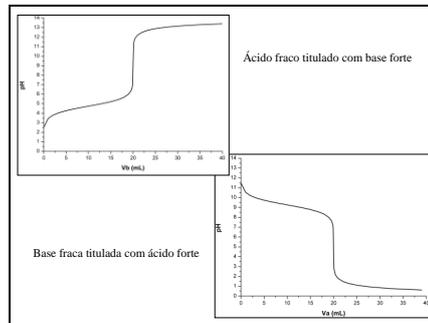
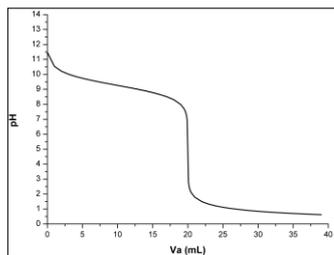
3º: ponto de equivalência (100% concluída):

$$K_a = \frac{[B][H_3O^+]}{[BH^+]} \rightarrow [H^+]^2 + K_a[H^+] - K_a C_B = 0$$

4º: após ponto de equivalência (titulante em excesso):

$$[H^+] = \frac{V_{HA} \times C_{HA} - V_B \times C_B}{V_T}$$

V _{HA} adicionado (mL)	pH
0	11,48
5	9,74
10	9,26
15	8,78
19,8	7,26
19,9	6,96
20	4,78
20,1	2,78
20,2	2,48
25	1,11
30	0,85



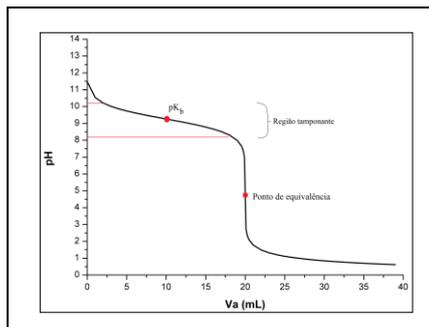
Equação de Henderson-Hasselbalch

$$pOH = pK_b + \log \frac{[BH^+]}{[B]}$$

Quando $[BH^+] = [B]$

$$pOH = pK_b + \log \frac{[BH^+]}{[B]}^0$$

$$pOH = pK_b \rightarrow pH + pOH = 14 \rightarrow pH = pK_b$$



Créditos das imagens

- [1] - <https://macaco civilizado.wordpress.com/page/5/>
 [2] - <http://gestaomati.com.br/coloque-se-a-disposicao-para-fazer-parte-da-solucao/>

Aula 4 - Titulações ácido-base incomuns

Descrição da aula: estudo das titulações de eletrólitos fracos com mais de uma constante de dissociação e de ácidos fracos com bases fracas.

Objetivos:

- analisar as características da titulação de eletrólitos fracos com mais de uma constante de dissociação;
- analisar as características da titulação de ácido fraco com base fraca;
- discussão das limitações inerentes a técnicas experimentais.

Tempo de duração: aproximadamente 50 minutos.

Cronograma da atividade:

1 - 20 min: continuando o tema da Aula 3, o início do encontro contará com discussão sobre os ácidos e bases fracas com mais de uma constante de ionização. Aspectos referentes à titulação desses compostos serão abordados, assim como a determinação do ponto de equivalência nesses testes. O professor utilizará imagens e slides na interação com os estudantes durante a discussão.

Para ilustrar um exemplo dessa titulação, solução de etilenodiamina ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ será titulada com HCl $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ padronizado. A participação dos alunos continuará fazendo parte da execução do teste, indicando o que fazer. Utilizando este exemplo, considerações sobre sua curva de titulação serão feitas entre o docente e os estudantes e, com base nessas considerações, os alunos serão estimulados a prever o comportamento da curva de titulação de um ácido fraco com mais de uma constante de dissociação (ácido oxálico, por exemplo) com uma base forte (NaOH , por exemplo). A atividade utilizará as interfaces "Compartilhando" e "Discussão" do Connect.

20 -40 min: um tipo de titulação ácido-base incomum será o tema de discussão na segunda parte da aula. Seguindo a metodologia do momento anterior do encontro, o professor conduzirá a discussão analisando as características de titulações de ácidos fracos com bases fracas. Para isso, ácido acético (CH_3COOH) $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ será titulado com hidróxido de amônio (NH_4OH) $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$. Com base nas considerações teóricas

sobre o ponto de equivalência dessa titulação, dois testes serão realizados: um com um indicador ácido-base recomendado para titulação de ácido forte com base forte, uma vez que o pH de viragem deste teste é igual a 7,0; e outro com a solução mista de azul de metileno e vermelho neutro, recomendada para esta titulação específica. A diferença entre os volumes obtidos nos dois testes pode ser usada para demonstrar as limitações que podem ser encontradas nas técnicas utilizadas em laboratórios, além de fomentar uma discussão sobre como contorná-las.

40 - 50 min: no momento final da aula, últimas observações sobre as titulações estudadas ao longo dos encontros serão feitas e o material utilizado, assim como as fontes consultadas na sua preparação serão disponibilizados para os estudantes, pela interface "Colaboração" do Connect.

Titulações ácido-base incomuns



Ácidos fracos polipróticos



$$K_{a1} = \frac{[HA^-][H_3O^+]}{[H_2A]}$$



$$K_{a2} = \frac{[A^{2-}][H_3O^+]}{[HA^-]}$$

$$K_{a1} > K_{a2}$$

Bases fracas polipróticas



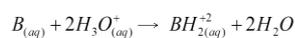
$$K_{b1} = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$



$$K_{b2} = \frac{[BH_2^{2+}][OH^-]}{[BH^+]}$$

$$K_{b1} > K_{b2}$$

Titulação de base fraca diprótica com ácido forte



Estequiometria entre os reagentes não muda (1:2)
pH no ponto de equivalência?



Ácido forte protona toda a base:
- primeiro a espécie B;
- em seguida a espécie BH⁺;

Ponto de equivalência:

Sal de BH₂²⁺ com um ácido forte



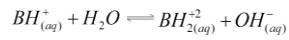
$$K_{a1} = \frac{[BH^+][H_3O^+]}{[BH_2^{2+}]}$$

É um ácido fraco:

$$[H^+]^2 + K_{a1}[H^+] - K_{a1}C_B = 0 \quad \text{ou} \quad [H^+] = \sqrt{K_{a1}C_B}$$



$$K_{a1} = \frac{[BH^+][H_3O^+]}{[BH_2^{2+}]}$$

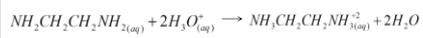


$$K_{b2} = \frac{[BH_2^{2+}][OH^-]}{[BH^+]}$$

$$K_{b2} \times K_{a1} = \frac{[BH_2^{2+}][OH^-]}{[BH^+]} \times \frac{[BH^+][H_3O^+]}{[BH_2^{2+}]} = [OH^-] \times [H_3O^+]$$

$$K_{a1} = \frac{K_w}{K_{b2}}$$

Titulação de etilendiamina com ácido clorídrico



$$K_{a1} = \frac{[NH_2CH_2CH_2NH_3^+][H_3O^+]}{[NH_3CH_2CH_2NH_3^{2+}]}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_{a1} C_B}$$



$$K_{b1} = 1,23 \times 10^{-4}$$

$$K_{b2} = 3,16 \times 10^{-7}$$

$$K_{a1} = ?$$

Nosso exemplo:

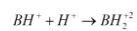
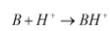
$$C_b = 0,2 \text{ mol/L}$$

Qual o pH no ponto de viragem?

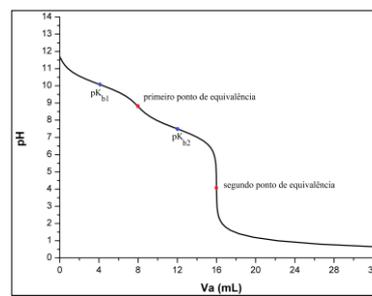
Qual indicador ácido-base pode ser utilizado?

Curva de titulação

Dois pontos de equivalência



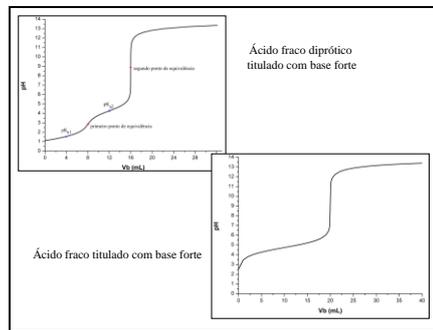
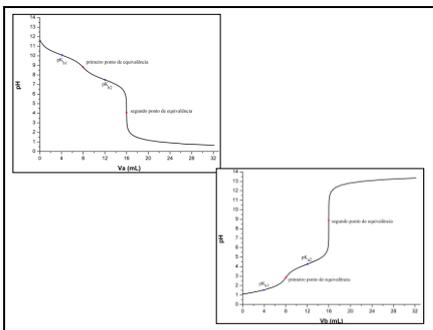
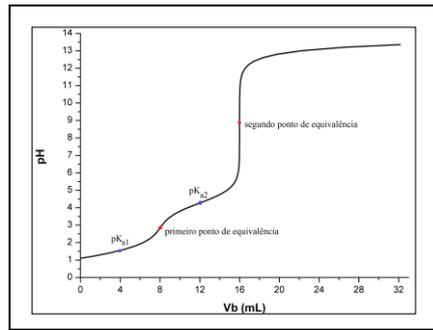
Determinação de pK_{b1} e pK_{b2}



**Curva de titulação
(ácido fraco diprótico titulado com base forte)**

Ácido oxálico $K_{a1} = 5,37 \times 10^{-2}$
 Concentração = 0,2 mol/L
 Volume = 40 mL $K_{a2} = 5,37 \times 10^{-5}$

Hidróxido de sódio
 Concentração = 1,0 mol/L
 Volume gasto = 16 mL



Titulação de ácido fraco com base fraca

Ácido fraco titulado com base forte → pH básico

Base fraca titulada com ácido forte → pH ácido

Ácido fraco titulado com base fraca → pH ???

Ácido fraco titulado com base forte → dependente de K_a

Base fraca titulada com ácido forte → dependente de K_b

Ácido fraco titulado com base fraca → dependente de K_a e K_b

Considere o sal BA,
derivado de um ácido fraco e de uma base fraca

$$B^+ + H_2O \rightleftharpoons BOH + H^+ \quad K_{a(cation)} = \frac{K_w}{K_b}$$

$$A^- + H_2O \rightleftharpoons AH + OH^- \quad K_{b(anion)} = \frac{K_w}{K_a}$$

Se $K_a = K_b \longrightarrow$ neutro

Se $K_a > K_b \longrightarrow$ ácido Se $K_a < K_b \longrightarrow$ Básico

Temos:

$$pH = \frac{1}{2} pK_w + \frac{1}{2} pK_a - \frac{1}{2} pK_b$$

Titulação de ácido acético com hidróxido de amônio

$CH_3COOH \quad K_a = 1,8 \times 10^{-5}$
 $NH_4OH \quad K_b = 1,8 \times 10^{-5}$

Qual indicador ácido-base devemos usar?