

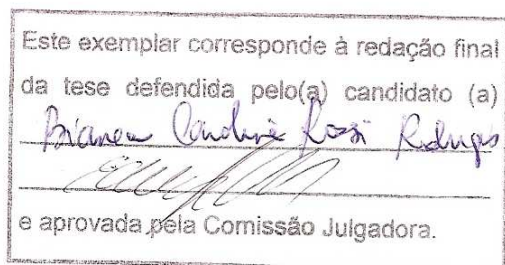
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA



BIANCA CAROLINE ROSSI RODRIGUES

“SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE AULAS PRÁTICAS DE
BIOQUÍMICA SOB UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA”



Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia para obtenção do Título de Mestre em Biologia Funcional e Molecular, na área de Bioquímica.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Galembeck

Campinas, 2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

R735s Rossi-Rodrigues, Bianca Caroline
Sistematização e avaliação de aulas práticas de
bioquímica sob uma abordagem investigativa / Bianca
Caroline Rossi Rodrigues. – Campinas, SP: [s.n.], 2010.

Orientador: Eduardo Galembeck.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Biologia.

1. Bioquímica - Prática. 2. Bioquímica – Estudo e
ensino. 3. Laboratórios – Estudo e ensino. I.
Galembeck, Eduardo. II. Universidade Estadual de
Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

(rcdt/ib)

Título em inglês: Design and assessment of biochemistry lab classes under a investigative approach.

Palavras-chave em inglês: Biochemistry – Practice; Biochemistry – Study and teaching; Laboratories – Study and teaching

Área de concentração: Bioquímica.

Titulação: Mestre em Biologia Funcional e Molecular.

Banca examinadora: Eduardo Galembeck, Bayardo Baptista Torres, Henrique César da Silva.

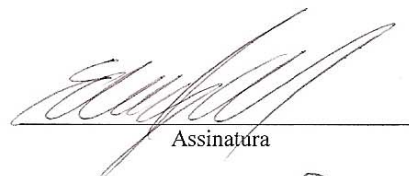
Data da defesa: 23/02/2010.

Programa de Pós-Graduação: Biologia Funcional e Molecular.

Campinas, 23 de fevereiro de 2010

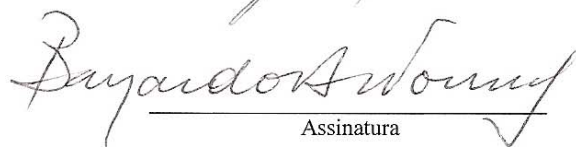
BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Galembeck (Orientador)



Assinatura

Prof. Dr. Bayardo Baptista Torres



Assinatura

Prof. Dr. Henrique César da Silva



Assinatura

Prof. Dr. Claúdio Chrysostomo Werneck

Assinatura

Profa. Dra. Adriana Vitorino Rossi

Assinatura

RESUMO

As aulas práticas são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao aprendizado de ciências. A American Society for Biochemistry and Molecular Biology (ASBMB) listou uma série de habilidades que os estudantes devem desenvolver até o final de um programa de Bioquímica e Biologia Molecular, sendo a maioria delas adquirida em aulas práticas. O aprendizado da prática de investigação científica é um dos objetivos das aulas práticas. Esse trabalho propõe a sistematização e avaliação uma sequência didática que contemple o conteúdo de Bioquímica aliado ao desenvolvimento de habilidades de investigação científica. A sequência foi estruturada e aplicada na disciplina Bioquímica Básica (BB280) da Unicamp, nos cursos de Ciências Biológicas diurno e noturno. A sequência foi organizada em atividades alicerçadas em habilidades de investigação científica, tendo como base a teoria de aprendizagem experiencial. As primeiras atividades são mais estruturadas e menos complexas, tornando-se cada vez menos estruturadas e mais complexas, para o desenvolvimento gradativo de habilidades relacionadas ao aprendizado de ciências. Tradicionalmente, as avaliações das aulas práticas da BB280 consistiam em relatórios feitos em grupo e questões na prova teórica sobre o conteúdo prático. Foram desenvolvidos outros instrumentos de avaliação, individuais e coletivos para avaliar as habilidades propostas. A sequência didática desenvolvida foi marcada por 3 aspectos: desenvolvimento do conteúdo de Bioquímica e aprendizado de conceitos sobre a prática científica; organização sequencial de aulas e desenvolvimento gradativo das habilidades; avaliação das habilidades através de diferentes instrumentos individuais e em grupo. Esta variedade de instrumentos permitiu identificar que a diversidade de instrumentos é importante para avaliação de um número de habilidades maior do que o que é possível com uso dos instrumentos tradicionais. Sob uma análise geral, a sequência didática contribuiu para a melhoria no aproveitamento da disciplina por parte dos estudantes, bem como para o aprendizado de habilidades de investigação.

ABSTRACT

Lab classes are fundamental to develop scientific and inquiry skills. The American Society for Biochemistry and Molecular Biology (ASBMB) recommended curriculum for the program in Biochemistry and Molecular Biology highlights the research experience as an essential part of the undergraduate experience. This research experience may be achieved through well-designed laboratory courses, rather than through an extended period in an individual research laboratory. This study was aimed at organizing and evaluating a teaching sequence that covers both the Biochemistry syllabus and the development of scientific research skills. The teaching sequence was structured and tested in the discipline of Basics Biochemistry (BB280) at the State University of Campinas (UNICAMP), offered to the Biological Sciences students to both night and day classes. The teaching sequence was organized in activities based on scientific research skills. The first activities are more structured and less complex, becoming less structured and more complex for the gradual development of the skills. Traditionally, the lab classes' assessment consisted on the experiments reports (done by the lab group) and on the questions about the practical content asked in the exams (responded individually). Other assessment tools were also developed to both individual and group skills assessment. The teaching sequence was characterized by 3 points: learning Biochemistry contents and scientific research concepts; sequential organization of activities and gradual research skills development; skills assessment with both individual and group tools. This variety of assessment tools was important to evaluate a number of skills greater than what is possible with the use of traditional ones. The obtained results showed that the teaching sequence proposed contributed to the improvement in this course by students and for learning science.

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
AGRADECIMENTOS	ix
ASPECTOS ÉTICOS	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 A Metodologia de Pesquisa Científica	2
1.2 Aprendizagem experiencial	5
1.3 A BB280	7
1.4 Avaliação	8
1.4.1 Avaliação da aprendizagem	8
1.4.2 Avaliação na pesquisa em ensino	9
1.5 Estatística: introdução a alguns conceitos relevantes	10
1.5.1 Curva Normal, desvio padrão e Intervalo de Confiança	10
1.5.2 Análise de Variância	12
1.6 A pesquisa em ensino de Bioquímica no Brasil	13
2 OBJETIVO	14
3 DESENVOLVIMENTO	14
3.1 Sujeitos	14
3.2 Sistematização das Aulas Práticas da BB280	14
3.2.1 Estruturação das atividades segundo a Metodologia de Pesquisa Científica	15
3.2.2 Atividade Introdutória – Metodologia de Pesquisa	24
3.2.3 As atividades 1, 2 e 3 e a integração teoria e prática	25

3.2.4	Atividade 1 – Sistemas Tampão.....	25
3.2.5	Atividade 2 – Aminoácidos e Proteínas.....	28
3.2.6	Atividade 3 – Enzimas.....	30
3.2.7	Atividade 4 – Projeto	31
4	AVALIAÇÃO.....	33
4.1	Período de coleta de dados	33
4.2	Métodos de coleta de dados.....	33
4.2.1	Avaliação das habilidades de metodologia de pesquisa científica	33
4.2.3	Avaliação do trabalho em grupo.....	40
4.2.4	Avaliação Discente Institucional.....	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	A aplicação das atividades da disciplina	46
5.1.2	Atividade Introdutória – Metodologia de Pesquisa	46
5.1.3	Integração da teoria e prática nas atividades práticas	49
5.1.4	Atividade 1 – Sistemas – Tampão.....	50
5.1.5	Atividade 2 – Aminoácidos e Proteínas.....	53
5.1.6	Atividade 3 – Enzimas.....	56
5.1.7	Atividade 4 – projetos.....	57
5.2	Avaliação das habilidades de Metodologia de Pesquisa científica	58
5.3	Avaliação do trabalho em grupo	66
5.4	Avaliação discente Institucional	72
6	CONCLUSÃO	75
7	REFERÊNCIAS	77

8	APENDICE.....	81
	Apêndice I. Publicações e Comunicações em Congressos	81
	Apêndice II. Roteiro da Atividade Introdutória – Metodologia de Pesquisa Científica.	82
	Apêndice III. Roteiro da Atividade prática de Sistemas -Tampão.	83
	Apêndice IV. Roteiro da Atividade prática de Aminoácidos e Proteínas.	86
	Apêndice V. Roteiro da Atividade prática de Enzimas.	88
	Apêndice VI. Planilha de coleta de dados do Planejamento.	92
	Apêndice VII. Roteiro de observação da execução da prática para análise do Envolvimento Laboratorial.	98
	Apêndice VIII. Tabela de correção do relatório da atividade de Sistemas-Tampão.	101
	Apêndice IX. Tabela de correção do relatório da atividade de Aminoácidos e	102
	Apêndice X. Tabela de correção do relatório da atividade de Enzimas.	103
	Apêndice XI. Questionário de avaliação da dinâmica do trabalho em grupo.	104
	Apêndice XII. Questionário de avaliação do grupo pelos orientadores dos projetos.	105
	Apêndice XIII. Comprovante de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa.	106
	Apêndice XVI. Média das notas dos alunos da BB280-2008 nos diferentes instrumentos de avaliação.	107

AGRADECIMENTOS

Uma pesquisa em ensino não é nada sem a participação das pessoas envolvidas no processo de aprendizagem. Uma grande muito obrigada...

... aos alunos da BB280,

.... à Juliana, aos PEDs e ao Roney, pela contribuição nas aulas práticas,

.... ao Eduardo, pelo estímulo à constante descoberta, companheirismo e amizade.

Ao André, meu esposo e amigo que sempre me deu apoio. Ao Arthur, meu bebê, minha riqueza.

Aos meus pais e á minha irmã pela ajuda indispensável.

Aos Amigos, aliados, por serem a marca que me mostra, a todo instante, o caminho.

À Elaine, Gesivaldo, Mário e Kimura, companheiros de “labuta”.

A todos do LTE e da Unicamp, que direta ou indiretamente fizeram parte dessa fase de trabalho e transformação.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

ASPECTOS ÉTICOS

O presente trabalho leva em conta os aspectos éticos deliberados na Resolução Nº 196, de 10 de outubro de 1996, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, tendo os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, e assegurando os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado.

O trabalho consiste na sistematização e avaliação de uma sequência didática de aulas, proporcionando uma visão mais ampliada sobre a real aprendizagem dos estudantes de Bioquímica, tais habilidades foram desenvolvidas e incorporadas no contexto das aulas práticas de Bioquímica. Foram envolvidos no projeto estudantes de graduação em Biologia da Unicamp, que cursaram a disciplina Bioquímica Básica, diurno e noturno, assim como seus respectivos professores e monitores da disciplina.

Os sujeitos participantes do trabalho receberam instruções do professor e dos monitores sobre as atividades, sendo utilizados como dados da pesquisa as notas das avaliações da disciplina, bem como os dados de questionários, relatórios e anotações do caderno de laboratório.

A disciplina Bioquímica Básica (BB280) é uma disciplina curricular nos cursos de Ciências Biológicas (diurno e noturno), sendo facultativa a participação dos mesmos na pesquisa, sem qualquer prejuízo ao aluno. Foi garantido o sigilo de dados confidenciais dos alunos, sendo analisados e publicados anonimamente.

Os trabalhos realizados durante o projeto não expõem de forma alguma os sujeitos a danos de qualquer natureza (dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano).

Ressalto que os resultados desta pesquisa são de grande utilidade para a melhora das disciplinas de Bioquímica.

Com relação aos itens indenização e ressarcimento, por não haver nenhum risco ao sujeito da pesquisa, estes não são levados em consideração estes dois itens.

O trabalho em questão foi submetido ao CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) sob o protocolo CAAE: 0190.0.146.000-08 e obteve parecer favorável sem restrições (Apêndice XIII) em 05 de maio de 2008. (Parecer Projeto: no. 245/2008)

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências, como o estudo dos fenômenos da natureza, possui as aulas práticas de laboratório como ponto marcante no processo de ensino aprendizagem.

Em disciplinas de Bioquímica, o contexto de aulas práticas refere-se àquelas que ocorrem em um laboratório, utilizando vidrarias, reagentes e equipamentos específicos. São desenvolvidas numa dinâmica particular de acordo com o assunto tratado, a disponibilidade da infraestrutura do local e da equipe docente e seus auxiliares.

Muitas habilidades podem ser desenvolvidas nas aulas práticas, desde a manipulação de equipamentos, reagentes e vidrarias em um contexto laboratorial, dentro de padrões de segurança (NIEDDERER et al, 2002; MCKEE et al, 2007), bem como as atitudes requeridas para que seja realizada uma pesquisa científica (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004; SCHWARZ; WHITE; FREDERIKSEN, 2005).

A American Society for Biochemistry and Molecular Biology (ASBMB) listou uma série de habilidades que os estudantes devem desenvolver até o final de um programa de Bioquímica e Biologia Molecular, sendo a maioria delas adquirida em aulas práticas (ASBMB, 2008), como entender os fundamentos teóricos, planejar experimentos, interpretar dados experimentais, desenvolver noções de segurança laboratorial, trabalhar em grupo, pensar o problema por diferentes perspectivas, entre outras. Observa-se que o desenvolvimento de conceitos teóricos é apenas um ponto entre as habilidades previstas. No entanto, essa visão empirista da Ciência de que a atividade do laboratório visa demonstrar teorias é disseminada entre os estudantes e salientada pelos professores e livros didáticos (GOMES; BORGES; JUSTI, 2008).

Muitas pesquisas discutem os objetivos educacionais das aulas práticas (PICHOTERO et al, 1998; DOMIN, 1999; ALVAREZ, 2002; BOYER, 2003; CALDWELL; ROHLMAN; BENORE-PARSONS, 2004; HOFSTEIN; LUNETTA, 2004; HOFSTEIN; MAMLOK-NAAMAN, 2007; REID; SHAH, 2007; GOMES; BORGES; JUSTI, 2008), verificando-se que a aprendizagem de conceitos teóricos é apenas uma pequena

porção dos objetivos de aprendizagem que podem ser trabalhados. Habilidades relacionadas ao processo da investigação científica, ou seja, conhecer as bases e os fundamentos de uma pesquisa científica são fundamentais nas aulas práticas. (DOMIN, 1999; HOFSTEIN; LUNETTA, 2004; SCHWARZ; WHITE; FREDERIKSEN, 2005; GOMES; BORGES; JUSTI, 2008). Tal aspecto também é enfatizado na lista de habilidades da ASBMB citadas. Como observa (MAIA, 2008):

[...] O processo de investigação na ciência merece especial atenção em sua abordagem no ensino, por se tratar do processo de construção da própria ciência. Os estudos conduzidos sobre o ensino do processo de investigação científica apontam para a necessidade de inserção do aluno em atividades que promovam o desenvolvimento desse conhecimento de maneira ativa, isto é, atividades em que o aluno conduza ativamente uma investigação. Isto pode permitir não só o desenvolvimento do conhecimento sobre como a ciência é construída, mas também pode proporcionar o desenvolvimento de habilidades durante a condução do processo. [...] (MAIA, 2008).

1.1 A Metodologia de Pesquisa Científica

Ao se propor ensinar investigação científica faz-se necessária uma explanação acerca da amplitude da questão.

São muitos os autores que apresentam conceituações sobre ciência, pesquisa, metodologia. Os conceitos se entrelaçam e se sobrepõem, sendo a literatura, por vezes, confusa.

Temos algumas conceituações:

“Ciência trata-se do estudo, com critérios metodológicos, das relações existentes entre causa e efeitos de um fenômeno qualquer, no qual o estudioso se propõe a demonstrar a verdade dos fatos e suas aplicações práticas. De acordo com os cientistas, qualquer assunto que possa ser estudado pelo homem pela utilização do método científico e de outras regras especiais de pensamento pode ser chamado de ciência”. (OLIVEIRA, 2004)

“Pesquisa científica é a realização concreta de uma investigação planejada, desenvolvida e redigida de acordo com as normas da metodologia consagradas pela ciência.” (RUIZ, 1976)

“A pesquisa consiste na tentativa de desvelamento de determinados objetos. É a busca de uma resposta significativa a uma dúvida ou problema. (...) para que receba a qualificação de científica, deve-se efetivar através da utilização da Metodologia Científica.” (BARROS; LEHFELD, 2000)

Ciência e pesquisa estão intimamente relacionadas. A ciência se constitui em si, pela pesquisa e toda pesquisa se alicerça num método, ou seja, um conjunto de regras elaborado por cientistas, pensadores ao longo do tempo, o chamado método científico.

O conjunto de regras do método científico se constitui por 3 grandes pilares que definem como estudar, fazer e escrever ciência, o que compõem as respectivas disciplinas *Metodologia Científica*, *Metodologia de Pesquisa* e *Metodologia do Trabalho Científico* (OLIVEIRA, 2004).

Metodologia Científica seria o conjunto de regras do estudo da ciência. É uma disciplina que discute, classifica a natureza de conhecimentos, suas formas de pensar, seus processos históricos, a lógica advinda e fundamentada.

Metodologia de Pesquisa já se apresenta como as regras do “fazer ciência”. Escolher um problema, formular hipóteses, planejar a pesquisa, identificar qual abordagem que se adéqua ao problema - estudo descritivo, abordagem qualitativa, quantitativa - usar os métodos, coletar o material e executar a pesquisa. Enquanto na metodologia científica são discutidos os tipos de método, indutivo, dedutivo, cartesiano, dialético, a metodologia de pesquisa aborda como usar, como trabalhar os métodos.

Para apresentar a pesquisa numa comunicação científica, tem-se a *Metodologia do Trabalho Científico*, um conjunto de regras que dita as formas de escrever ciência, a estrutura da comunicação científica, como organizar a pesquisa numa comunicação padronizada, segundo as normas do tipo de comunicação em questão (OLIVEIRA, 2004).

A construção de uma pesquisa científica é um processo de investigação que envolve o percorrer de etapas que partem da formulação de uma pergunta até a formulação de uma resposta, como mostra a figura 1:

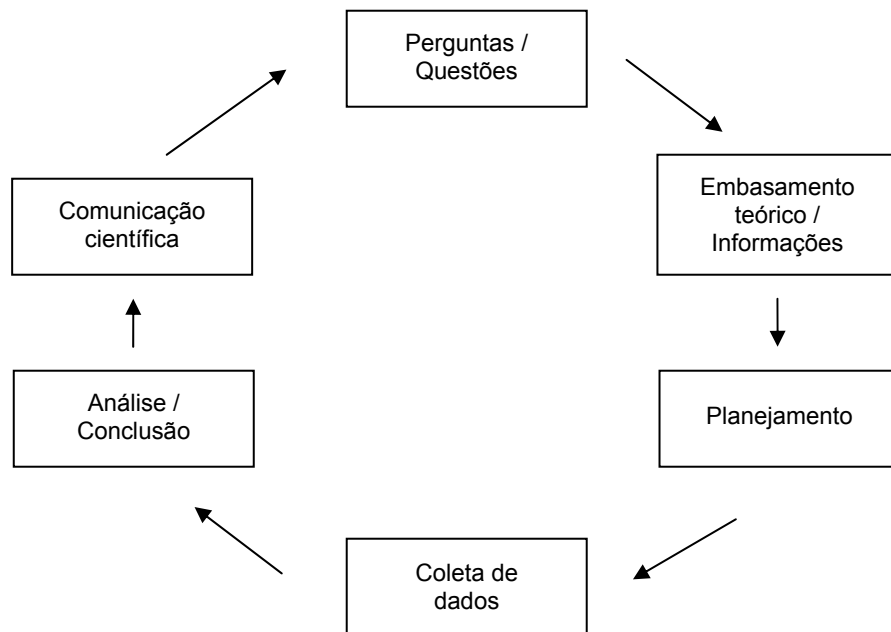


Figura 1: Ciclo de investigação científica. Adaptado de Schwarz, 2005 e Maia, 2008.

O processo de investigação científica se inicia com um problema, um fato, um fenômeno desconhecido, caracterizado por perguntas. A busca pelas respostas será feita através da pesquisa. Num segundo momento, que se entrelaça com várias outras fases do processo, é a busca de informações sobre o tema, é a pesquisa referencial, o embasamento teórico, que trará o conhecimento dos conceitos necessários e de outras pesquisas feitas na área para que se delimitem as hipóteses. Para testar as hipóteses, é feito um planejamento determinando que métodos serão utilizados para obtenção dos dados experimentais. Os dados coletados são organizados, interpretados e analisados de maneira a se obter uma conclusão da pesquisa que abrangerá as respostas à pergunta inicial. A fase final da pesquisa consiste na habilidade de organizar todo o processo e comunicá-lo à comunidade científica, etapa fundamental para validação da pesquisa e construção da ciência (RUIZ, 1976; ASTI VERA, 1983; WHITE; FREDERIKSEN, 1998; BARROS; LEHFELD, 2000; KUHN, 2005; FRIEDLANDER; ARBUÉS-MOREIRA, 2007). Após esse processo reflexivo, voltam ao início do ciclo com

uma nova ou refinada visão sobre o assunto (SCHWARZ; WHITE; FREDERIKSEN, 2005).

1.2 Aprendizagem experiencial

Segundo a teoria da aprendizagem de Kolb (PIMENTEL, 2007; KOLB; KOLB, 2009), a aprendizagem consiste num processo de transformação e compreensão da experiência. Aprender pela experiência não significa que qualquer experiência resulta em aprendizagem. Esta é, sobretudo, mental e advinda de processos de ação e reflexão da experiência.

A teoria de Kolb se inspira nos postulados de Vygotsky. O homem é um ser social, integrado ao meio, sendo que o aprendizado individual resulta da interação com o outro e com o ambiente. Mais precisamente, da análise das experiências em conjunto, através de uma reflexão interna de ações externas.

Principais características da Aprendizagem experiencial:

- *Avalia-se a aprendizagem pelos processos e não pelos produtos*

As ideias não são isoladas e imutáveis, o pensamento está em constante mudança e reformulação. “Numa experiência de aprendizagem, unimos e selecionamos informações, aprimoramos procedimentos, separamos e elegemos elementos [...]”. Assim, conhecer é um processo dinâmico de recriação da realidade.

- *A aprendizagem é um processo em espiral*

O processo de aprendizagem é representado pela forma de espiral, por ser um ciclo repetitivo de ação, reflexão e abstração. Quando uma situação prática é experienciada, a resultante da mesma articulada aos conceitos teóricos prévios através de um pensamento reflexivo promove uma nova conceituação abstrata sobre o tema, ou seja, os conceitos teóricos são ampliados e uma nova visão sobre o assunto é construída.

Assim, sob o ponto de vista da aprendizagem experiencial, o ciclo de investigação científica (Figura 1) não finda no ponto inicial. De um ciclo para o outro as fases da investigação correspondem, mas o grau de conhecimento acerca de cada uma delas não. O conhecimento se ampliou pela experimentação.

Ambientes de aprendizagem baseados em resolução de problemas levam o aprendiz a múltiplas interpretações da realidade através da superação de obstáculos e estímulo à atividade cognitiva. O conhecimento se constrói, portanto, a partir de abstrações que levem ao desenvolvimento cognitivo criativo, baseando-se na premissa de aprender não é copiar ou reproduzir a realidade, mas entendê-la (DEPRESBITERIS, 2009a).

No contexto do ensino de Bioquímica, aulas práticas num ambiente de investigação científica proporcionam o entendimento do conteúdo aliado à compreensão do processo de como é feita uma pesquisa científica, a natureza da ciência através do desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Muitas pesquisas discorrem sobre os objetivos educacionais das aulas práticas, mas são escassas as pesquisas sobre avaliação das aulas práticas, ponto fundamental para fornecer dados que verifiquem se os objetivos educacionais foram alcançados.

As primeiras questões que guiaram esse trabalho foram:

- Como desenvolver uma metodologia de aulas práticas que contemplasse o aprendizado de conteúdos de Bioquímica aliado ao desenvolvimento de habilidades de investigação científica?
- Como avaliar efetivamente o conteúdo e as habilidades desenvolvidas ao longo do processo de aprendizagem?

Para responder a essas perguntas, o trabalho utilizou como modelo a disciplina de Bioquímica Básica (BB280) da Unicamp.

1.3 A BB280

A disciplina Bioquímica Básica (BB280) da Unicamp é oferecida no curso de Ciências Biológicas, diurno e noturno, no segundo semestre, para alunos do primeiro ano do curso. Possui uma carga horária de 8 horas semanais, sendo 4 horas de práticas laboratoriais e 4 de aulas teóricas. As aulas teóricas são ministradas através de aulas expositivas, Estudos Dirigidos em grupo, discussão de filme e utilização de softwares educacionais no laboratório de informática. As aulas práticas são ministradas no laboratório de Aula Prática do departamento de Bioquímica do Instituto de Biologia da Unicamp

Ementa da disciplina: Proteínas: Composição, Estrutura e Função. Enzimas: Cinética, Regulação e Inibição. Estratégias de Regulação do Metabolismo. Metabolismo de carboidratos. Metabolismo de Lipídeos. Transporte de Elétrons e Fosforilação Oxidativa. Metabolismo de Aminoácidos. Integração Metabólica. Métodos Experimentais Básicos em Bioquímica.

As aulas práticas de Bioquímica para os cursos de Ciências Biológicas, do Departamento de Bioquímica do Instituto de Biologia da Unicamp (BB280), passaram por uma série de reformulações nos últimos anos. Desde 2000 a disciplina foi reorganizada anualmente, de modo a proporcionar melhores condições de ensino, deixando de possuir um caráter tradicional, focado na instrumentação, para constituir-se em aulas voltadas à resolução de problemas.

Essas modificações se alinham à proposta do Curso de Biologia Bacharelado e Licenciatura da Unicamp, que propõem que o profissional

“Poderá investigar e estudar todos os problemas relacionados com os organismos vivos, [...] promover experiências e pesquisas, objetivando a melhor utilização de recursos da flora e da fauna. [...] Faz parte dessa formação profissional a experiência investigativa bem como a reflexão acerca de aspectos políticos e culturais da ação educativa.”

Proposta de Currículo Ciências Biológicas – IB/Unicamp. <
<http://www.dac.unicamp.br/sistemas/catalogos/grad/catalogo2009/cursos/cur06.html>>

Em 2006, novas modificações foram feitas, estruturando as aulas práticas de maneira a proporcionar o desenvolvimento de maior autonomia por parte dos estudantes ao longo do semestre. As aulas iniciais são mais estruturadas e menos complexas, se tornando cada vez menos estruturadas e mais complexas. Uma aula mais estruturada constitui uma atividade com alto nível de instrução para o desenvolvimento da atividade, ou seja, praticamente todas as informações são apresentadas e o roteiro tem um caráter de protocolo, os alunos não têm autonomia para atuar além dos limites impostos pelos protocolos. Numa aula pouco estruturada, pouca informação é fornecida para realização da atividade. Os próprios alunos devem pesquisar, entender as bases teóricas fundamentais, planejar, definindo como será realizada a atividade, de acordo com as possibilidades disponíveis, os alunos passam a ter autonomia para tomar decisões e executar experimentos que os levem à solução dos problemas propostos.

As modificações na disciplina de Bioquímica (BB280), na Unicamp, foram feitas, mas pouco se sabia sobre quais habilidades esse modelo estaria realmente proporcionando o desenvolvimento. Várias disciplinas de Bioquímica utilizam aulas práticas semelhantes, mas poucas são sistematizadas e avaliadas de uma forma mais ampla e profunda.

1.4 Avaliação

1.4.1 Avaliação da aprendizagem

“Historicamente, a palavra avaliação tem estado vinculada a uma dimensão classificatória, [...] utilizada como um instrumento de controle que reprova ou aprova.” (MASETTO; PRADO, 2003). O processo avaliativo no Brasil tem privilegiado, tradicionalmente, a capacidade de retenção de conhecimento (PRIMI et al, 2001), tendo como instrumento de avaliação característico um produto que quantificará o conhecimento do aprendiz ao final de um período, a prova.

A investigação é um processo dinâmico. Refletir, pensar na prática pode transformar, inovar, de modo a colocar o aprendizado em situações diversas. “A avaliação deve ser igualmente dinâmica, o que significa que o ensino seja estruturado dentro dos princípios e processos cognitivos que visem modificar as pessoas na direção de uma capacidade mais elevada e uma maior eficácia na resolução de problemas.” (DEPRESBITERIS, 2009b) A avaliação, partindo dessa premissa, pode ser entendida como um processo que possibilita a diversificação dos meios de análise de aprendizagem. É preciso, para tanto, diferentes instrumentos avaliativos com critérios claros que servirão como princípio para julgar o alcance dos objetivos de aprendizagem pré-definidos (DEPRESBITERIS, 2009a).

1.4.2 Avaliação na pesquisa em ensino

Avaliação na pesquisa em ensino também parte da premissa que a diversificação de instrumentos de coleta de dados contribui para uma visão mais ampliada acerca do objetivo da pesquisa. Autores consideram que a diversidade de instrumentos de avaliação na pesquisa em ensino se baseia em dois grandes grupos: os métodos quantitativos e qualitativos de avaliação (RUSS-EFT; PRESKILL, 2001).

Quando se propõe analisar o aprendizado na pesquisa em ensino, “[...] não se pode pensar uma avaliação apenas quantitativa do aprendizado, mas analisar até que ponto este aprendizado está modificando qualitativamente o desempenho dos educandos em termos de solucionar problemas novos.” (DEPRESBITERIS, 2009a)

A pesquisa quantitativa refere-se a resultados numéricos com muitas variáveis e tratamentos estatísticos advindos de instrumentos como questionários, observações estruturadas, notas de desempenho, etc.

A avaliação qualitativa é um processo bastante distinto da avaliação quantitativa, envolvendo diferentes métodos de coleta e análise de dados. Possui uma abordagem fundamentalmente interpretativa, realizando descrições aprofundadas do objeto de estudo sob uma análise pessoal ou embasada em teorias (YOKAICHIYA, 2005).

A combinação da metodologia quantitativa e qualitativa na avaliação da pesquisa propicia uma visão aprofundada corroborada por dados estatisticamente confiáveis. Assim, foram utilizados métodos quantitativos e qualitativos para coleta de dados desta pesquisa.

Em busca por respostas às perguntas iniciais, a disciplina Bioquímica Básica da Unicamp, BB280, foi reformulada contendo uma estrutura organizacional comum, baseada em habilidades recomendadas pelas instituições internacionais de ensino de Bioquímica (VOET et al, 2003; CALDWELL; ROHLMAN; BENORE-PARSONS, 2004; MCKEE et al, 2007) que contemplam o aprendizado de conceitos sobre a prática científica. Essa estrutura se baseou na premissa da aprendizagem experiencial, tendo a avaliação como um processo dinâmico integrado à estrutura da disciplina.

1.5 Estatística: introdução a alguns conceitos relevantes

1.5.1 Curva Normal, desvio padrão e Intervalo de Confiança

Frequentemente, os fenômenos naturais aleatórios podem ser expressos graficamente através de uma curva teórica denominada Curva Normal ou Curva de Gauss. É um modelo teórico ou ideal de distribuição de frequências que resulta de uma equação matemática que pode ser usada na descrição de distribuição de escores, na interpretação do desvio padrão e em afirmações relacionadas com probabilidade. É uma curva simétrica em forma de sino que varia de $-\infty$ até $+\infty$. A média é o valor do centro da curva. A área sobre a curva representa a probabilidade de ocorrer eventos descritos por ela, sendo a área total 1 (100% de probabilidade) (Figura 2).

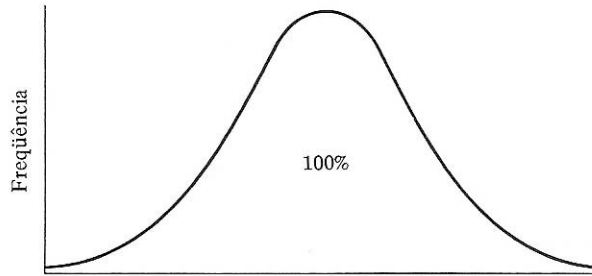


Figura 2: Curva de distribuição normal e a área sob a curva. Fonte: Levin, 1987.

A média e o desvio padrão são características fundamentais da curva normal. Medidas de variabilidade (ou dispersão), como o desvio padrão (σ), indicam o grau de dispersão dos escores (valores) em torno do centro da distribuição (média) em uma curva normal. O desvio padrão representa a variabilidade média de uma distribuição. Quanto maior a variabilidade em torno da média de uma distribuição, maior o desvio padrão (BEIGUELMAN, 1996).

Independente da média e do desvio padrão da distribuição particular de uma população, para todos os dados que possuem uma distribuição normal, “uma proporção constante da área total sob a curva normal cairá entre a média e qualquer distância dada a contar da média, desde que a mensuração seja feita em unidades de desvio padrão” (LEVIN, 1987). Para os desvios padrões ± 1 , ± 2 e ± 3 na curva, a probabilidade de os valores estarem nessas respectivas áreas da curva são, respectivamente, 68, 26%; 95,44% e 99,74% (Figura 3).

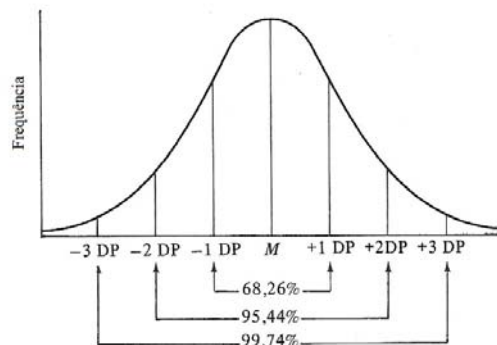


Figura 3: Percentagens da área total sobre a Curva Normal compreendidas entre $\pm 1\sigma$, $\pm 2\sigma$ e $\pm 3\sigma$. Fonte: Levin, 1987.

A obtenção de porcentagens da área da curva com outros valores de desvio padrão, que não sejam ± 1 , ± 2 e ± 3 , utiliza-se como referência uma tabela que fornece a porcentagem sob a curva normal entre a média e as diversas distâncias sigma (σ). Essa tabela é comumente encontrada em livros de estatística. Para uma porcentagem de 95% da área total, o valor de desvio padrão é 1,96.

Numa distribuição específica de uma população, pode-se encontrar o intervalo de valores no entorno da verdadeira média, o chamado intervalo de confiança (IC) (LEVIN, 1987). O intervalo de confiança de 95% representa que os escores da população estão entre os valores $\pm 1,96 \times \text{desvio padrão}$ da média da população.

1.5.2 Análise de Variância

Análise de variância (ANOVA: Analysis of Variance) é um teste estatístico que verifica a presença de diferença significativa entre três ou mais médias. Essa análise da variação total de um grupo de dados é feita através de dois componentes: análise da variação entre os grupos e dentro dos grupos. Um primeiro teste (Estatística F) verifica uma variação global, se há diferença entre e dentro dos grupos. Para valores de F significantes, a hipótese nula (não há diferença entre as amostras) é rejeitada, gerando um $p \leq 0,05$, para um nível de decisão de 95% ou $p \leq 0,01$, para um nível de decisão de 99%. Assim, para $p \leq 0,01$ ou 0,05, há diferença significativa entre os grupos e para $p \geq 0,01$ ou 0,05, não há diferença significativa entre os grupos. Os testes de Tukey e Bonferroni, realizados após a estatística F (*a posteriori*), localizam as diferenças significantes entre as amostras, gerando dados das comparações grupo a grupo. Por exemplo, para uma análise de variância de 3 grupos (A, B e C), a estatística F vai gerar um p global que dirá se há diferença entre os 3 grupos. Os testes de Tukey e Bonferroni geram p para as comparações A x B, A x C e B x C, mostrando onde estão localizadas as diferenças (AYRES; AYRES; SANTOS, 2005; LEVIN, 1987).

1.6 A pesquisa em ensino de Bioquímica no Brasil

No Brasil, são escassos os dados que mostram as metodologias de aula prática utilizadas nas disciplinas de Bioquímica. Os trabalhos sobre ensino de Bioquímica são recentes. Na década de 70, começaram as primeiras discussões, sendo que o primeiro trabalho apresentado sobre o tema no Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica apareceu em 1979. Na década de 80, não foram apresentados trabalhos sobre o tema, reaparecendo na década de 90, com força crescente de forma que o Ensino de Bioquímica tomou um espaço temático no Encontro Anual. Em 1990, com 5 resumos apresentados (LOGUERCIO; DEL PINO, 2007) e em 2008, já com 23 resumos apresentados sobre Ensino de Bioquímica (PABMB, 2008). Em 2001, foi publicada a primeira edição da Revista Brasileira do Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular (RBEBBM, 2009), com um artigo discutindo aulas práticas (VIEIRA et al, 2001).

Sabe-se que existe muita diferença de estrutura laboratorial e de formação dos docentes de Bioquímica nos diversos cursos que possuem essa disciplina no Brasil. Foram entrevistados professores do Estado de São Paulo e verificou-se que 50% possuíam titulação na área de Bioquímica, seguido por 15% na área de Biologia Molecular (SILVA; BATISTA, 2004). A maioria dos professores de Bioquímica ou está vinculado à pesquisa na área de Ciências Biológicas ou não está vinculado a nenhuma pesquisa, sendo sua formação proveniente de diversas áreas. Assim, a produção em ensino de Bioquímica no Brasil caminha, mas vagarosamente, sendo as poucas pesquisas na área úteis e importantes como contribuição para a prática docente.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi sistematizar e avaliar uma sequência didática de aulas práticas que contemplasse o conteúdo de Bioquímica aliado ao desenvolvimento de habilidades de investigação científica. A estrutura da disciplina se baseou na organização das habilidades de acordo com o ciclo de investigação científica, tendo como foco de aprendizagem os princípios da teoria da aprendizagem experiencial.

Objetivos específicos:

- Sistematizar habilidades envolvidas nas aulas práticas de bioquímica de acordo com os processos de investigação científica segundo alguns aspectos da aprendizagem experiencial.
- Desenvolver e aplicar instrumentos de avaliação dessas habilidades.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Sujeitos

Alunos de graduação que cursaram a disciplina de Bioquímica Básica (BB280) no Instituto de Biologia – Unicamp e professores de Bioquímica desta mesma Instituição no ano de 2008. Em algumas análises foram utilizados dados de 2007. As atividades práticas foram desenvolvidas em grupos de 5 a 7 alunos. A formação do grupo se manteve desde a primeira atividade até a última.

3.2 Sistematização das Aulas Práticas da BB280

A sequência didática foi composta de 5 atividades práticas, sendo uma aula introdutória e as atividades que contemplavam o conteúdo de Bioquímica propriamente dito, sendo a primeira atividade sobre Sistemas-Tampão, a segunda, sobre Aminoácidos e Proteínas, a terceira, sobre Enzimas e uma final que contemplou o desenvolvimento de um projeto.

As aulas práticas foram organizadas de modo que, em cada atividade, fossem percorridas fases comuns de investigação científica, contextualizadas nos conteúdos curriculares de Bioquímica.

Além disso, as práticas como não são atividades isoladas, elas foram pensadas de modo a integrar a experimentação e a teoria que a fundamentava.

Na aula introdutória, os alunos realizaram uma atividade para introduzi-los às noções sobre como realizar uma pesquisa científica. Cada grupo recebe também o calendário da disciplina e um Guia de Laboratório (GALEMBECK; ROSSI-RODRIGUES; SANTOS, 2009), contendo todas as informações necessárias para a realização das aulas práticas, o Programa e as Regras para uso do Laboratório, os critérios de avaliação que serão adotados na disciplina e a bibliografia recomendada.

No início de cada atividade, o grupo recebeu um roteiro com algumas diretrizes para o desenvolvimento da atividade, algumas instruções e conceitos acerca das técnicas a serem utilizadas.

Cada atividade teve uma estrutura diferente, sendo a primeira (Sistemas - Tampão) mais estruturada e menos complexa e as outras, gradualmente menos estruturadas e mais complexas.

3.2.1 Estruturação das atividades segundo a Metodologia de Pesquisa Científica

A abordagem investigativa da sequência didática se baseou nas premissas da *Metodologia de Pesquisa*, incluindo a confecção da comunicação científica, segundo as regras da *Metodologia do Trabalho Científico*.

Para cada atividade, era proposto um **Problema** e os estudantes percorriam etapas da metodologia científica em busca da resolução.

As atividades temáticas foram constituídas de, no mínimo, duas aulas práticas, cada uma delas requisitando que os estudantes percorressem as fases da pesquisa.

Cada fase envolveu habilidades específicas para conhecimento do processo de investigação, as quais foram contextualizadas, para cada aula prática de Bioquímica.

Para cada atividade, era proposto um **Problema** e os estudantes percorriam etapas da metodologia científica em busca da resolução. O problema é um fato, um fenômeno desconhecido caracterizado por **Perguntas**. Aulas com caráter investigativo devem ser estimulantes e para isso, o tema da aula possuía caráter de desafio, sendo o processo de desvendá-lo o da investigação.

Do problema foram elaboradas **Hipóteses**, ou seja, soluções prováveis para sua resolução, criando uma expectativa do que poderia ser encontrado. A hipótese é um elemento que fixa diretrizes, delimitando um caminho ordenado e finalidade a todo processo de experimentação. É consensual o entendimento de que a hipótese é uma formulação complexa que envolve conhecimento de variáveis e embasamento teórico. No entanto, embora a apresentação de hipóteses seja algo útil e louvável, nem todas as pesquisas seguem esta regra. Nas atividades, as hipóteses foram abordadas de forma simplificada, proporcionando um primeiro contato com a questão, enfatizando-a com possíveis respostas a pergunta do problema.

Com base nas perguntas e hipóteses (quando houver) delimita-se o **Objetivo** da pesquisa. É o que vai ser feito, é uma proposta de trabalho, meta a ser atingida para a solução do problema. É de extrema utilidade que os estudantes venham para a aula prática já tendo percorrido, previamente, os princípios teóricos necessários para a solução do problema proposto. Para contextualizar essa condição de forma simplificada e didática, o roteiro de cada atividade é fornecido anteriormente à primeira aula da atividade, contendo uma série de questões (Estudo Dirigido) que norteiam o estudante a conhecer princípios e informações necessárias para a resolução do problema proposto. Como, no geral, as aulas práticas eram realizadas em grupo, essas questões eram entregues individualmente, no início da aula prática, para que todos do grupo tivessem contato prévio com o tema, como estímulo à resolução e estudo individual da questão, já que o restante da atividade é realizado em grupo. As questões, aliadas às aulas teóricas prévias sobre o tema, direcionam para a aquisição do **Embasamento Teórico** necessário. Essa dinâmica mostrou-se bastante útil, pois no levantamento de dados preliminares, o conhecimento teórico é visto de forma

ordenada em direção à resolução do problema. Estudos mostram que o desempenho de estudantes na experimentação em aulas práticas é muito maior quando possuem conhecimento teórico prévio (BENEY; SÉRÉ, 2002).

Nas duas primeiras atividades (Sistemas – Tampão e Aminoácidos e Proteínas), os estudantes receberam o Problema, Objetivo e Hipóteses prontos. Na terceira atividade (Enzimas), foram fornecidos somente o problema e o objetivo.

O planejamento experimental ocorria com base no conhecimento prévio de objetivos e bases teóricas.

Conhecidos os objetivos e as bases teóricas, os alunos tiveram que pensar no método. Essa fase envolveu o **Planejamento** da experimentação.

O planejamento de uma pesquisa envolve uma programação para coleta e análise de dados, de maneira a combinar o propósito da pesquisa com a otimização de procedimentos (KOTHARI, 2005). Numa pesquisa científica, o pesquisador precisa planejar previamente como será a experimentação para que os dados possam responder a pergunta. É necessário definir as técnicas, verificar os materiais necessários e determinar a dinâmica daquele experimento. O método proposto objetivou que o Planejamento proporcionasse aos alunos a capacidade de reconhecer a importância de se pensar na experimentação previamente. A abordagem crescente de complexidade dessa fase envolve desde definir os materiais das técnicas predeterminadas até a escolha, propriamente dita, das técnicas a serem adotadas. Para isso, ao final da primeira aula da atividade, os grupos entregavam uma lista das técnicas que seriam realizadas e os materiais necessários, sendo que, no dia da experimentação, eram fornecidos somente os materiais requisitados. Os materiais que os alunos precisassem, além do requisitado, eram fornecidos durante a experimentação, mediante pedido ao professor ou monitor.

O aumento da eficiência na habilidade de planejar motivou a estruturação de aulas práticas com duração superior a um dia. Assim sendo, planejamento e execução de experimentos eram realizados em dias diferentes.

Delimitado o que e como fazer, a próxima etapa foi executar o que foi planejado, a Execução da pesquisa. Determinamos como fases da execução a fase de coleta de dados.

A **Coleta de dados** ou fase de observação se iniciou com a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas. Fase de observação compreende a obtenção da informação por meio dos sentidos ou de instrumentos (ÁVILA; TORRES, 2008). Dependendo do objetivo da pesquisa, diferentes instrumentos podem ser utilizados fornecendo dados qualitativos ou quantitativos. Na pesquisa em laboratório, os dados são geralmente quantitativos, coletados da execução de técnicas e procedimentos controlados.

Na experimentação as hipóteses são efetivamente postas à prova. Fazer experimentos significa reproduzir fenômenos em condições de controle rigoroso das variáveis (OLIVEIRA, 2004). Para tanto, deve-se recriar um fenômeno em condições controle de variáveis, isolando-as para avaliar a influência de cada uma, separadamente. Esta fase proporciona habilidades voltadas à instrumentação laboratorial, que envolve manipular equipamentos, reagentes, vidrarias, realizar diluições e preparar soluções.

Durante a experimentação, os dados precisam ser registrados. Essa etapa necessita de atenção e cuidado. Envolve *observar* o fenômeno e registrá-lo tal como se manifesta. É importante capturar a maior quantidade de informações durante o processo de experimentação, como se processa, os erros, os detalhes imprevistos, comportamento de amostras, temperatura, mudança de cor e de pH etc, ou seja, o olhar do pesquisador deve estar voltado para a maior quantidade possível de variáveis identificáveis sem, no entanto, desviar-se dos objetivos e hipóteses que norteiam a experimentação. Na disciplina, cada grupo possui um caderno de laboratório, em que são anotadas as observações feitas na coleta, como os dados das técnicas executadas até o registro do que foi visto durante a experimentação.

Após a coleta, os dados precisam ser organizados e elaborados de forma pertinente, como gráficos e tabelas por exemplo.

Os dados organizados e tabulados devem ser **analisados**. É o momento de interpretar os dados, comparar, evidenciar relações e articular os dados com a literatura.

A fase de **Conclusão** propõe um significado à análise, que irá refutar ou comprovar as hipóteses. A conclusão proporciona um fechamento para o trabalho que responderá a pergunta levantada pelo problema. Podem ser geradas, também, possíveis perguntas para estudos futuros, advindas de problemas que podem ter ficado sem solução.

Após a Execução da Pesquisa, é necessário organizá-la de forma a comunicar o trabalho, seguindo a Metodologia do Trabalho Científico, é o momento de confeccionar a **Redação Científica**. Cada tipo de comunicação – monografias, relatórios, dissertações, teses, artigos - exige características textuais diferentes, formatações particulares. No entanto, todos possuem um esqueleto organizacional comum, o qual foi empregado na confecção da redação dos relatórios das atividades práticas (OLIVEIRA, 2004).

Os elementos textuais que o relatório deverá conter são: Resumo, Introdução, Objetivo (s), Hipóteses, Materiais e métodos, Resultados e Discussão, Conclusão e Referências Bibliográficas, brevemente explicitadas a seguir:

Resumo: Contém uma breve introdução sobre o trabalho realizado, uma síntese dos métodos, dos resultados e a conclusão.

Introdução: É a apresentação do assunto a ser tratado, do problema, contendo a base teórica e a importância na busca pela resposta ao problema (justificativa). Deve-se cuidar para não antecipar na Introdução os resultados do trabalho.

Hipóteses: Supostas respostas prováveis à solução do problema, as quais serão testadas na pesquisa.

Objetivos: Aqui é descrita a proposta de trabalho já fornecida no roteiro da atividade.

Materiais e Métodos: Detalha a estratégia utilizada na experimentação, o Planejamento, incluindo todas as técnicas utilizadas para coleta dos dados e a sequência de execução das mesmas, os equipamentos, os materiais e reagentes,

citando sempre a concentração das soluções. Uma técnica pode ser descrita de forma simplificada, desde que seja indicada a referência de onde encontrá-la, mesmo que seja no guia de laboratório. Os métodos matemáticos, estatísticos e computacionais também devem ser abordados. A parte experimental não deve conter resultados. Esse item requer uma organização clara, dando preferência a descrição de cada técnica em tópicos. Não é um relato descritivo do que foi feito. É necessário que se consiga reproduzir os experimentos através da leitura desse item.

Resultados e Discussão: Este item pode ser elaborado junto ou separadamente (resultado e discussão), já que resultados e discussão possuem características distintas que são intimamente ligadas e complementares. Em trabalhos menores, esses itens são elaborados juntos.

Resultados: Nesse item são apresentados os dados coletados de forma elaborada, organizada, representando-os na linhagem pertinente, como gráficos, tabelas. É o momento de descrever o que foi observado na coleta de dados.

Discussão: Apresenta a análise dos dados (resultados) e sua interpretação, à luz da literatura.

Conclusão: A conclusão deve ser clara, direta e concisa. O autor deve reafirmar de maneira sintética a ideia geral do trabalho e, depois, redigir a conclusão já estabelecida, apontando as hipóteses refutadas e/ou aceitas e inserir a resposta à pergunta. A conclusão e a introdução, via de regra, são as últimas partes a serem redigidas. A conclusão deve ser coerente com os resultados e a discussão e também pode ser elaborada junto com os mesmos.

Referências: Corresponde a toda a literatura consultada em todas as fases da atividade.

A organização da disciplina se deu por habilidades e agrupamento dos instrumentos de avaliação. Uma tabela (Tabela 1) foi organizada de modo que pudesse ser utilizada para todas as atividades, tendo como ponto comum as fases e habilidades relacionadas à investigação científica e aos instrumentos de avaliação, diferenciando-se somente nos conceitos Bioquímicos desenvolvidos em cada atividade.

Na coluna 1 estão as etapas da Investigação Científica. Na coluna 2, as habilidades correspondentes a cada etapa da coluna 1. A coluna 3 apresenta o conteúdo de Bioquímica contextualizado. Esta coluna é preenchida com os itens do conteúdo correspondentes a cada habilidade a ser desenvolvida na atividade em questão.

Todas as atividades da disciplina foram organizadas de acordo com a tabela 1. Assim, em cada atividade, o ciclo de investigação se repete, mas numa situação nova e mais complexa, com outros conteúdos. Estudos revelam que o desenvolvimento de processos mentais complexos proporciona mais do que sucesso na disciplina, representa um aprendizado permanente que levará o estudante à autonomia (SENAI, 1989).

A repetição do ciclo de investigação sob diferentes abordagens em níveis crescentes de complexidade expressa as condições de aprendizagem da teoria de Kolb (2009), em que um processo contínuo de ação, reflexão e abstração proporciona a compreensão e transformação da realidade.

A organização das atividades pode ser visualizada pela integração da aprendizagem em espiral com o ciclo de investigação, representada pela figura 4.

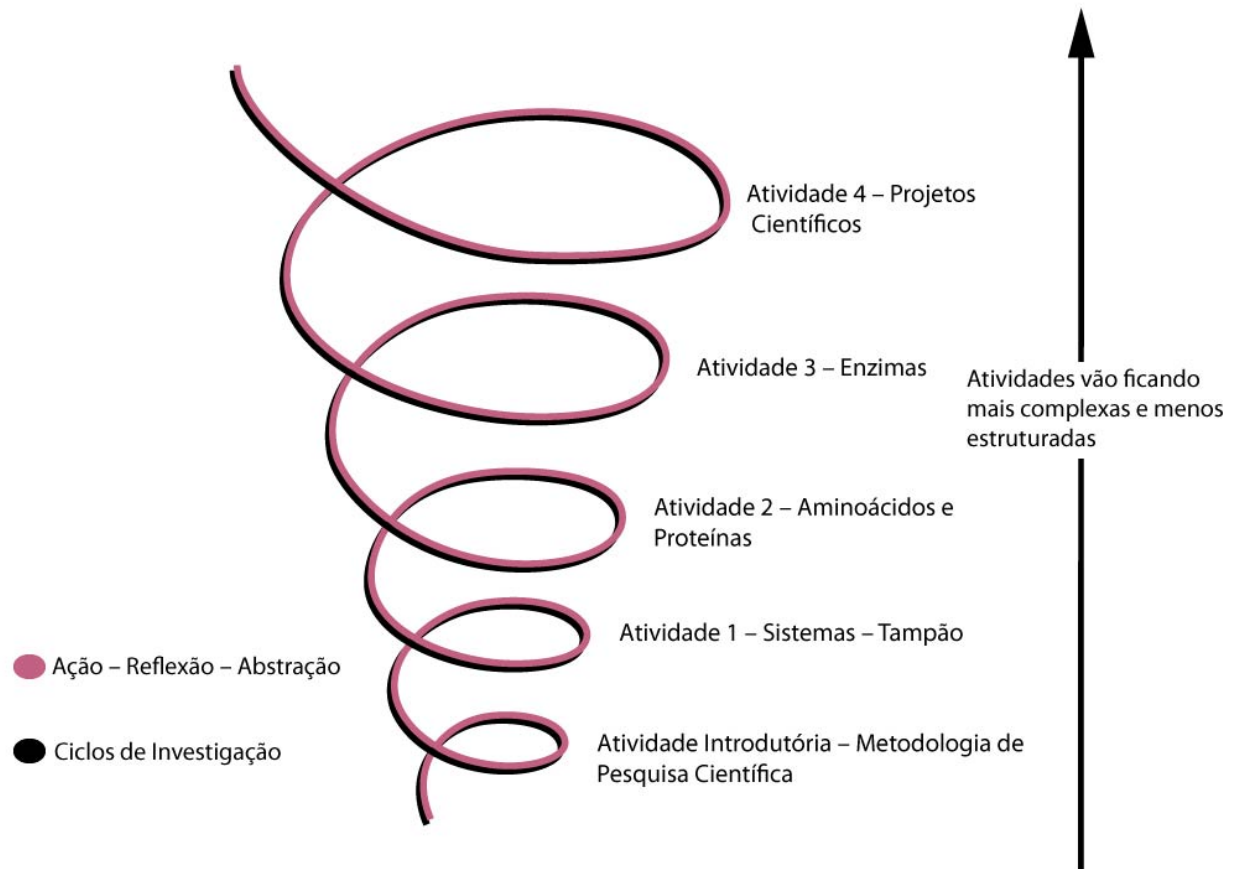


Figura 4: Esquema representativo da integração da aprendizagem em espiral com o ciclo de investigação utilizado na estruturação da sequência didática.

Tabela 1: Tabela de organização da aula prática, mostrando como exemplo a atividade de **Sistemas-Tampão**, contendo na coluna 1 as etapas do processo de investigação científica, na coluna 2, as habilidades referentes a cada etapa, na coluna 3, essas habilidades são contextualizadas em cada aula prática de Bioquímica e na coluna 4 os instrumentos de avaliação sugeridos para cada fase.

1) ETAPAS DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	2) HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS EM CADA FASE DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	3) CONTEXTUALIZAÇÃO PARA AULAS PRÁTICAS DE BIOQUÍMICA	4) INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO
Problema / Pergunta	Compreensão da pergunta		-
Hipóteses	Propor respostas testáveis à pergunta		-
Objetivo	Delimitar o que será pesquisado	<i>Realizar uma simulação e a respectiva Titulação em laboratório; Observar o processo experimental e, havendo discrepâncias entre os resultados das Titulações, apontar as causas.</i>	-
Embasamento teórico	Conhecer as informações e os princípios necessários para resolução do problema proposto	<i>Conhecer os princípios de ionização de um ácido fraco Calcular diluições a partir de concentração e volume Conhecer a função da técnica de Titulação Conhecer a base metodológica da técnica de Titulação</i>	Prova e ED
Planejamento	Planejar a experimentação	<i>Determinar os materiais a serem utilizados no experimento da Titulação</i>	Planejamento
Coleta de dados	Executar experimentos	<i>Manipular equipamentos, vidrarias, reagentes, realizar diluições durante a execução da Titulação. Observar os procedimentos experimentais enquanto executam a Titulação.</i>	Envolvimento Laboratorial
Análise	Articular os dados coletados	<i>Comparar o resultado teórico (Simulação da Titulação) e prático (Titulação em laboratório) e a observação dos procedimentos experimentais.</i>	Relatório
	Comparar os dados com a literatura	<i>Comparar o resultado teórico (Simulação da Titulação) e prático (Titulação em laboratório) e a observação dos procedimentos experimentais com a literatura.</i>	Relatório
Conclusão	Propor um significado à análise	<i>Propor causas de discrepâncias entre o resultado teórico e prático, refutando ou comprovando as hipóteses.</i>	Relatório
Redação científica	Confeccionar a comunicação segundo as normas da Metodologia do Trabalho Científico	<i>Confeccionar o relatório segundo as normas apresentadas no Guia de Laboratório</i>	Relatório

3.2.2 Atividade Introdutória – Metodologia de Pesquisa

Essa atividade objetiva introduzir aos alunos noções sobre a metodologia de pesquisa científica. Por meio de uma atividade simples, cada aluno percorre as fases de construção de hipóteses, desenvolvimento de planejamento, execução do planejado, análise e interpretação. O desafio proposto objetiva percorrer essas etapas para tentar descobrir quais os 3 objetos desconhecidos existentes dentro de caixas e sacos fornecidos.

Numa bancada separada são distribuídos sacos e caixas com objetos desconhecidos. Cada aluno recebe um roteiro com as instruções para a atividade (Apêndice II). É apresentada uma pergunta: “O que são cada um dos três objetos presentes na caixa ou no saco plástico?”

A cada aluno, individualmente, é solicitado desenvolver uma forma de solucionar o problema dado de acordo com as instruções:

A partir do problema e da pergunta, formular.

- Hipótese(s): suposição testável que pode ser a solução do problema, uma expectativa do que poderia ser encontrado de acordo com as informações dadas sobre o problema (dicas sobre os objetos);
- Planejamento: Estabelecer um método viável para obtenção de informações sobre os objetos (sem tocar na caixa ou no saco plástico);

Métodos que não poderão ser usados:

- Abrir a caixa e/ou o saco
- Olhar dentro da caixa
- Qualquer método que venha a danificar a caixa e o saco.
- Observação: Executar o que foi planejado e registrar as informações. (durante 3 minutos);
- Análise e Interpretação: Discutir os dados coletados e propor uma resposta à pergunta, concluindo a “pesquisa”, refutando ou comprovando a hipótese.

Antes de terem contato com as caixas e os sacos, os alunos devem desenvolver as hipóteses e o planejamento. Finalizadas essas etapas, cada aluno escolhe uma caixa ou um saco e lá permanece por 3 minutos para executar o que foi planejado. Após os 3 minutos, o aluno vai executar numa outra caixa ou saco. Cada aluno deve percorrer uma caixa e um saco.

No verso do roteiro, os alunos são orientados a:

- 1) Apresentar suas hipóteses:
- 2) Descrever o planejamento:
- 3) Relatar suas observações:
- 4) Análise e Interpretar os resultados:

Ao término da atividade, foi ministrada uma aula breve sobre metodologia de pesquisa, discutindo a atividade.

Essa atividade foi adaptada do trabalho de Ávila (2008).

3.2.3 As atividades 1, 2 e 3 e a integração teoria e prática

As atividades de Sistemas-Tampão, Aminoácidos e Proteínas e Enzimas propõem integrar aspectos teóricos e práticos. Essa característica é trabalhada principalmente no Estudo Dirigido (ED). As questões são organizadas de modo que são retomados conceitos puramente teóricos, passando gradativamente para o teórico-prático. Essa abordagem será discutida em detalhes nos resultados de cada atividade.

3.2.4 Atividade 1 – Sistemas Tampão

Conteúdo teórico:

Pré-requisitos: Noções de dissociação de ácidos e bases; Equilíbrio Ácido-base (constante de equilíbrio); cálculos de diluição;

Conteúdos que serão propriamente trabalhados: Propriedades de um sistema tampão; Fatores que influenciam na atividade de um Tampão; Equilíbrio de Henderson-Hasselbach; Introdução a Tampões Biológicos.

Habilidades envolvidas:

Habilidades relacionadas ao aprendizado da Metodologia de Pesquisa Científica, tendo como foco introdutório no reconhecimento das implicações envolvidas numa prática laboratorial.

A atividade sobre Sistemas-Tampão é a mais estruturada que as demais, ou seja, com alto nível de instrução para o desenvolvimento da atividade. Praticamente todas as informações são apresentadas e o roteiro tem um caráter de protocolo, os alunos não têm autonomia para atuar além dos limites impostos pelos protocolos.

Em sua atual estrutura, a atividade é composta por 2 aulas em laboratório (com duração de 4 horas cada), ministradas após a aula teórica sobre o tema. Os alunos são organizados em grupos de 6 a 8 pessoas.

A atividade se baseia no confronto do modelo teórico, abstrato, com os resultados experimentais, abordado através da comparação entre a simulação computacional e a respectiva experimentação no laboratório. É simulada uma titulação e, na aula seguinte, a titulação é executada em laboratório, de acordo com os parâmetros da simulação (tipo de tampão e titulantes, concentrações e volumes).

Desenvolvimento:

Numa aula anterior à prática, os alunos recebem um roteiro (Apêndice III) com as instruções necessárias para a realização da atividade, contendo o problema, as perguntas, o objetivo, as hipóteses, o embasamento teórico com as questões do ED, um guia para desenvolvimento do planejamento, da simulação, da Titulação e das observações do processo experimental. As instruções no roteiro devem ser complementadas pela consulta no Guia de Laboratório.

Na primeira aula, os estudantes entregam o Estudo Dirigido, realizam a simulação no computador e planejam a experimentação da aula seguinte.

A simulação reproduz uma titulação no computador, usando programas como o Microsoft Excel ou OpenOffice. Uma planilha é disponibilizada contendo todas as fórmulas e comentários para auxiliar na simulação. São estabelecidos os parâmetros que serão reproduzidos na aula seguinte, ministrada em laboratório. Com o uso do modelo matemático (Henderson-Hasselbach) e cálculos de diluição, é determinada a faixa tamponante do sistema em questão pela simulação da adição de HCl e NaOH.

As primeiras informações fornecidas para o início dos cálculos contêm os dados das soluções que serão disponibilizadas na aula seguinte para a execução

da titulação no laboratório. É fornecida a concentração do ácido e da base conjugados que formarão o tampão (Figura 5, B2 e B3) e o pKa do tampão (figura 5, B1), conforme o roteiro da atividade. É sugerida uma solução de titulantes (HCl e NaOH 2M) (Figura 5, E1 e E2) e o volume final dos mesmos (Figura 5, H4), parâmetros que podem ser modificados durante a simulação para a definição das melhores condições de titulação. Todos os outros parâmetros serão calculados através das equações matemáticas. Um grupo de monitores e o professor acompanham os grupos de alunos, auxiliando-os com uso de software e com os cálculos.

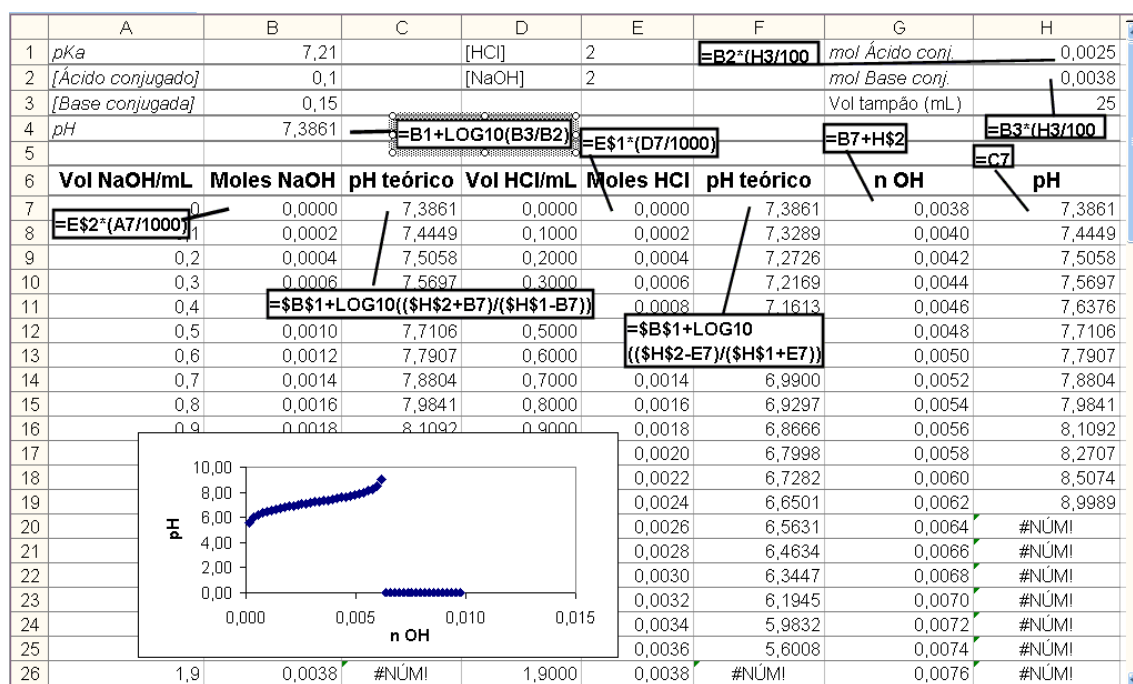


Figura 5: Planilha de simulação da titulação utilizada pelos alunos no laboratório de informática durante a primeira aula da atividade de Sistemas – Tampão. As caixas de texto indicam as fórmulas contidas nas células.

Durante a etapa de planejamento os alunos listam no caderno de laboratório, sucintamente, todos reagentes e vidrarias que serão necessários para a Titulação a ser executada na aula seguinte.

Na segunda aula, é realizado no laboratório o procedimento experimental antecipadamente modelado no computador, seguindo o planejamento e usando os mesmos volumes e reagentes estipulados nos cálculos da simulação da titulação. No roteiro da atividade é recomendado que os alunos observem toda a experimentação, tendo sempre em mente as hipóteses e atentando para fatores

como erros experimentais, comportamento inesperado de substâncias, manipulação de equipamentos, ou seja, para o processo experimental que poderá interferir no resultado.

Cada grupo deverá entregar um relatório da prática segundo as instruções do roteiro e do Guia de Laboratório.

3.2.5 Atividade 2 – Aminoácidos e Proteínas

Conteúdo teórico:

Pré-requisitos: Ionização de Ácidos, Equilíbrio de Henderson-Hasselbach;

Conteúdo que poderá ser revisto: pKa, tampões biológicos;

Conteúdo que será propriamente trabalhado: estrutura da cadeia lateral de aminoácidos e proteínas; ionização de aminoácidos; carga elétrica das proteínas; alterações estruturais nas proteínas;

Habilidades:

Habilidades relacionadas ao aprendizado da Metodologia de Pesquisa Científica, tendo como foco a elaboração de uma estratégia experimental para a resolução do problema proposto.

Essa atividade apresenta um nível de complexidade maior que a primeira, em que é proposto um problema e um conjunto de técnicas em que os alunos deverão escolher quais utilizar para responder as perguntas. Na atividade anterior, os alunos executaram um experimento proposto, já nessa atividade, vários protocolos estarão disponíveis, cabendo ao grupo decidir quais utilizar. Essa atividade compreende um nível de maior complexidade e abstração, em que o grupo necessita decidir qual e como será a ação, não somente como será, característica da Atividade 1.

Desenvolvimento:

Como na Atividade 1, os alunos recebem um roteiro (Apêndice IV) com as instruções necessárias para a realização da atividade, contendo o problema, as perguntas, o objetivo, as hipóteses, o Embasamento teórico com as questões do ED, informações para desenvolvimento do planejamento e algum direcionamento para a execução das técnicas e do relatório, o qual será complementado pelo Guia de Laboratório.

Em sua atual estrutura, a atividade é composta por 3 aulas em laboratório (com duração de 4 horas cada), ministradas após a aula teórica sobre o tema. Os alunos são organizados em grupos de, no máximo, 6 pessoas.

Nesta prática os alunos recebem quatro amostras desconhecidas, podendo conter aminoácidos e proteínas puros ou misturados. Através das técnicas disponíveis, os alunos devem planejar e executar os experimentos para levantar o maior número possível de informações sobre as amostras, como o que há em cada amostra; quais são puras e quais são misturadas; nas amostras que contenham proteínas, qual a concentração desta; o peso molecular das proteínas frações encontradas; os pKas dos aminoácidos das soluções puras de aminoácidos; e quais aminoácidos poderiam ser aqueles encontrados.

Na primeira aula, cada aluno entrega individualmente as respostas das questões do ED e planeja a execução. Para descobrir as informações sobre as substâncias desconhecidas são disponibilizadas as técnicas de Titulação, Cromatografia em papel, Quantificação de proteínas através do Método de Bradford e Eletroforese. O planejamento propõe desenvolver uma estratégia experimental, uma sequência lógica de experimentos em forma de fluxograma que serão realizadas nas próximas aulas, justificando. Para isso, os grupos precisarão entender e discutir as técnicas e se organizarem para a execução. Ao final da aula, o planejamento é entregue com a estratégia, contendo as técnicas a serem executadas e os materiais e soluções requisitados. Da mesma maneira que na atividade anterior, só será disponibilizado para a aula seguinte os materiais e soluções requisitados.

Nas aulas seguintes, os grupos executam o que foi planejado. Ao final da segunda aula, cada grupo deve entregar novamente uma lista de materiais e soluções para a próxima aula. Mesmo que a estratégia tenha sido elaborada na primeira aula, a execução da terceira aula poderá ser modificada, de acordo com os dados, ou para repetição de algum experimento, por exemplo. Por isso, é necessária a requisição de materiais e soluções para a aula seguinte.

Cada grupo deverá entregar um relatório da prática segundo as instruções do roteiro e do Guia de Laboratório.

3.2.6 Atividade 3 – Enzimas

Conteúdo teórico:

Pré-requisito: Conceito de pH, pKa, funcionamento de um Tampão, estrutura de proteínas, fatores que alteram a estrutura de proteínas.

Conteúdo que poderá ser revisto: estrutura de proteínas, fatores que alteram a estrutura de proteínas.

Conteúdo que será propriamente trabalhado: Interação enzima-substrato; cinética enzimática; fatores que interferem na atividade enzimática; curva padrão.

Habilidades:

Habilidades relacionadas ao aprendizado da Metodologia de Pesquisa Científica, tendo como foco a elaboração de uma estratégia experimental para a resolução do problema proposto e o desenvolvimento de hipóteses.

Esta atividade apresenta um nível de complexidade maior que as anteriores. Nas atividades anteriores as hipóteses eram disponibilizadas no roteiro e os dados das técnicas disponíveis já forneciam as informações suficientes para responder a pergunta. Nessa atividade, um problema é proposto e os alunos deverão elaborar as hipóteses, a estratégia experimental, sendo que os dados da experimentação deverão ser trabalhados matematicamente para gerar o dado que será discutido. Nas atividades anteriores também há cálculos matemáticos associados aos protocolos das técnicas, nessa atividade, no entanto, os alunos deverão pesquisar qual tratamento matemático deverá ser feito, estando associado ao entendimento de conceitos teóricos sobre enzimas. O conteúdo teórico também possui como pré requisito o entendimento dos conceitos trabalhados nas atividades práticas anteriores.

Desenvolvimento:

Os alunos recebem numa aula anterior um roteiro (Apêndice V) com as instruções necessárias para a realização da atividade, contendo o problema, as perguntas, o objetivo, o embasamento teórico com as questões do ED, informações para desenvolvimento do planejamento e execução das técnicas e do relatório, o qual será complementado pelo Guia de Laboratório. Recebem também um texto sobre eficiência enzimática.

Em sua atual estrutura, a atividade é composta por 3 aulas em laboratório (com duração de 4 horas cada), ministradas após a aula teórica sobre o tema. Os alunos são organizados em grupos de 6 a 8 pessoas.

No roteiro é apresentada uma discussão sobre a eficiência catalítica das enzimas. Dado que a maioria dos organismos produz os mesmos tipos de enzimas, de acordo com suas necessidades metabólicas, mas elas podem possuir características diferentes, a fosfatase de batata e de leveduras produzida por organismos diferentes, podem não apresentar a mesma eficiência catalítica, a qual é expressa por uma constante de afinidade. Sendo assim, a pergunta consiste em descobrir se existe diferença de afinidade entre a fosfatase da batata e da levedura.

Na primeira aula, os grupos devem entregar as questões do ED e elaborar uma estratégia experimental para chegar à afinidade da fosfatase da batata e da levedura pelo substrato em questão (pNPP). A estratégia experimental deve ser uma sequência lógica de experimentos e de cálculos necessários em forma de fluxograma. No roteiro são disponibilizados protocolos de extração de fosfatase de batata e leveduras e de ensaios enzimáticos de fosfatase.

Nas aulas seguintes, os grupos executarão o que foi planejado. Para responder a pergunta, os grupos deverão realizar experimentos de cinética enzimática, determinando primeiramente uma quantidade de enzima que será padronizada para os próximos experimentos através de ensaios que gerará um gráfico: Quantidade de enzima x Tempo de reação. Determinada a quantidade de enzima, o próximo procedimento deverá variar a concentração de substrato, gerando um gráfico $V_0 \times [S]$, o qual, através do seu duplo recíproco (Lineweaver Burk), determinará K_m e V_{max} que serão utilizados para cálculo da constante de afinidade.

Ao final da segunda aula, cada grupo deve entregar novamente uma lista de materiais e soluções para a próxima aula.

Cada grupo deverá entregar um relatório da prática segundo as instruções do roteiro e do Guia de Laboratório.

3.2.7 Atividade 4 – Projeto

A atividade de projeto, embora seja organizada de acordo com a estrutura de Metodologia de pesquisa proposta, possui características particulares. Cada grupo

realiza um projeto diferente, orientado por diferentes monitores pós – graduandos participantes pelo Programa de Estágio Docente da Unicamp. Os grupos possuem autonomia para escolha de um tema entre vários propostos e as habilidades são trabalhadas sob diferentes abordagens. Cada projeto possui sua própria tabela de habilidades, desenvolvidas pelos monitores.

Os projetos trabalhados foram:

Elaboração de um Método para demonstrar a ação de proteases de uso cotidiano para Ensino Médio. Objetivo: Estabelecer e testar um método para demonstrar a ação de proteases de uso cotidiano utilizando metodologia e materiais simples.

Quantificação de Vitamina C em alimentos. Objetivo: Estudo da produção e degradação de vitamina C em alimentos.

Isolamento e Atividade de Mitocôndrias Vegetais. Objetivo: Estudar substâncias desconhecidas através do consumo de oxigênio por mitocôndrias.

Produção de isoflavonas com interesse farmacológico. Objetivo: Verificar a produção de isoflavona (substância de interesse farmacológico) por plantas.

Bioinformática: Vias Metabólicas. Objetivo: Investigar o metabolismo da glicose em diferentes organismos utilizando como ferramenta o banco de dados de Biologia Molecular (Bioinformática).

Verificação de ação de enzimas presentes em sabão em pó. Objetivo: Comparar a atividade enzimática em diferentes marcas de sabão em pó.

Proteínas do leite. Objetivo: Desenvolver um estudo sobre as proteínas do leite, a critério do grupo.

4 AVALIAÇÃO

4.1 Período de coleta de dados

Os dados foram obtidos através da implantação da sequência didática aplicada na disciplina BB280, Bioquímica Básica, noturno e diurno, ministrada no segundo semestre dos anos de 2007 e 2008.

4.2 Métodos de coleta de dados

A sequência didática proposta foi analisada primeiramente sob uma abordagem qualitativa tendo como base a descrição e discussão da aplicação das atividades.

Para avaliação das habilidades comuns de metodologia de pesquisa científica trabalhadas em todas as aulas práticas foram desenvolvidos uma série de instrumentos de avaliação, sendo que os dados dos mesmos foram analisados estatisticamente e comparados.

O trabalho em grupo também foi avaliado em relação a dinâmica de atuação, participação, de cada integrante dos grupos.

Por fim, os alunos avaliaram a disciplina como um todo e a metodologia de ensino da disciplina através de um questionário de Avaliação Discente disponibilizado pela instituição de ensino.

4.2.1 Avaliação das habilidades de metodologia de pesquisa científica

Na reorganização da disciplina, consideramos que a avaliação deve ser realizada não somente no final do curso, deve ser um processo contínuo, integrado com o curso, de modo que as avaliações possam participar do processo de execução das aulas práticas. Para isso, foram estipulados instrumentos de avaliação para cada habilidade, descritos abaixo.

As habilidades referentes aos itens **Pergunta, Hipóteses e Objetivos** descritos nas fases de investigação científica na tabela 1 foram avaliadas através da nota dos mesmos na comunicação científica final, ou relatório.

O **Embasamento teórico** foi avaliado através da nota individual do Estudo Dirigido.

Na avaliação do **Planejamento**, propusemos contrastar os materiais requisitados na aula de planejamento e no dia da execução das técnicas. Para essa análise, verificaram-se quais materiais e soluções foram requisitados durante a aula. Para isso, foi feita previamente uma lista por grupo com os materiais e soluções essenciais para a execução da prática. O que foi pedido no dia da execução significa que não foi listado no planejamento da aula anterior. Esses materiais disponibilizados no dia da experimentação foram anotados nessa lista. Quanto menos requisições durante a execução, mais completo foi o Planejamento.

Para fazer a comparação dos materiais requisitados no Planejamento e no dia da execução, foi gerada uma nota a partir da porcentagem de material requisitado no dia da execução: $(1 - \text{a porcentagem de material requisitado}) * 10$. Se o grupo requisitou 10% dos materiais essenciais, significa que pensou previamente em 90% dos itens necessários. A nota do grupo foi, portanto, $1 - 0,1 = 0,9$ ou 9. (Apêndice VI)

O item referente à fase de **Coleta de dados**, ou seja, a execução da experimentação propriamente dita representa uma situação complexa, em que vários estudantes interagem entre si dividindo as tarefas de manipulação dos equipamentos, vidrarias e materiais. Desenvolvemos um instrumento de avaliação individual desse item, no qual cada grupo é observado, sendo registrado o envolvimento de cada integrante na experimentação. Estudos mostram que o desempenho acadêmico é influenciado pelas habilidades e conhecimento individuais e também pela forma de interação do grupo, dividindo as tarefas, entre si (SEETHAMRAJU; BORMAN, 2009). Na teoria de Kolb (2009), a experiência prática é essencial para a aprendizagem. Assim, a avaliação prevê verificar o processo de envolvimento individual no trabalho laboratorial.

Para essa avaliação, foi sistematizado um roteiro de observação (Apêndice VII) onde é anotado o tipo de ação que cada membro do grupo está realizando no momento da observação, categorizando as ações em níveis de ação relevantes durante a experimentação. Utilizamos os seguintes níveis: A) Instrumentação principal: representa manipulação de instrumentos envolvidos diretamente com as

técnicas executadas, como por exemplo, manipulação de buretas na titulação; B) Instrumentação secundária: representa manipulação de vidrarias e materiais que não estejam diretamente relacionados às técnicas, como por exemplo, manipulação de balão volumétrico para diluição; C) Limpeza de material; D) Registro: anotação em caderno de laboratório; E) Outros: outras ações como discussão do tema, disperso.

A elaboração e categorização dos níveis de relevância foram baseadas nas habilidades desenvolvidas durante a experimentação na fase de Coleta de dados, como descritas anteriormente.

Os membros do grupo foram observados a cada hora da aula, totalizando 2 ou 3 observações por atividade, sendo registrado o que cada membro do grupo estava fazendo, segundo os itens do roteiro de observação. Para cada item foi atribuído uma nota previamente, sendo que ao final da aula cada aluno observado teve uma nota. Os itens Instrumentação Principal e Instrumentação Secundária receberam nota 1 por ação, enquanto que os itens Limpeza de material e Registro receberam 0,5. Foram observados 3 grupos por período.

O professor que quiser implantar esse método em outras disciplinas poderá categorizar em níveis de ação que considerar pertinentes para o contexto da disciplina. Para o nível E, o professor pode variar a nota dependendo do tipo de ação observada.

As etapas de **Análise, Conclusão e Redação Científica** foram avaliadas em grupo através da nota desses itens no relatório. A análise foi avaliada no item Discussão do relatório.

Foi elaborada uma tabela de correção do relatório, no qual são inseridos todos os parâmetros de correção e os pesos para cada item, segundo a prévia definição das habilidades. Todos os subitens foram avaliados de 0 a 1, sendo que a nota final foi a média de cada item multiplicada pelo peso correspondente, apontado na primeira coluna da tabela (Apêndices VIII, IX, X).

Um modelo geral dessa tabela foi entregue aos alunos antecipadamente no Guia de Laboratório para que o aluno conheça previamente o que deve conter em cada item do relatório. Para cada atividade foi elaborada uma tabela específica,

contendo as técnicas pertinentes ou itens particulares, porém todos os relatórios possuem uma estrutura comum.

As tabelas 2, 3 e 4 apresentam a organização das aulas práticas propostas em habilidades com os respectivos instrumentos de avaliação. Na coluna 4 da Tabela 3, estão apresentados os instrumentos de avaliação de cada etapa. Essa metodologia propõe uma avaliação mais abrangente, em que avaliações individuais são feitas durante o processo de investigação, além da avaliação tradicional, a prova. As provas avaliaram o conteúdo teórico da prática através de questões que envolvem os conhecimentos necessários para a resolução do problema, porém, de maneira mais complexa.

A organização da disciplina em habilidades permitiu analisar as habilidades em cada atividade, como também comparar as habilidades ao longo da disciplina. Para isso, utilizamos os dados dos diferentes instrumentos de avaliação propostos: Prova, Estudo Dirigido e Envolvimento Laboratorial, instrumentos de avaliação individuais e Relatório e Planejamento, instrumentos de avaliação em grupo. As notas de cada instrumento foram comparadas através da Análise de Variância (ANOVA, com Bonferroni *a posteriori*, no software BioEstat 5.0 (AYREZ, 2005)).

Foram analisados somente os dados das atividades de Sistemas-Tampão, Aminoácidos e Proteínas e Enzimas, pois o Projeto possui a característica particular de contemplar diferentes temas e abordagens entre os grupos, sendo que cada grupo é monitorado e avaliado por um monitor diferente (RUSS-EFT; PRESKILL, 2001). A avaliação dos projetos foi realizada pelos monitores que avaliaram o relatório segundo a tabela de avaliação do relatório (Tabela 12) e também através de um questionário sobre o nível de autonomia dos grupos no desenvolvimento da pergunta, das hipóteses e do planejamento (Apêndice XII). Alta autonomia é destinada aos grupos que elaboraram o item sozinhos, sem auxílio do professor e Nula, não foram capazes de elaborar o item.

Para garantir a validade interna dos dados, nas três primeiras atividades, todas as avaliações foram elaboradas e os dados coletados por uma única pessoa, eliminando o erro advindo de diferentes interpretações dos avaliadores.

As habilidades referentes ao processo de confecção do relatório foram avaliadas pela análise do desempenho médio dos grupos em cada item e subitem exigido no relatório.

Tabela 2: Tabela de organização da aula prática de **Sistemas-Tampão**, contendo na coluna 1 as etapas do processo de investigação científica, na coluna 2, as habilidades referentes a cada etapa, na coluna 3, essas habilidades são contextualizadas em cada aula prática de Bioquímica e na coluna 4 os instrumentos de avaliação sugeridos para cada fase.

1) ETAPAS DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	2) HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS EM CADA FASE DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	3) CONTEXTUALIZAÇÃO PARA AULAS PRÁTICAS DE BIOQUÍMICA	4) INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO
Problema / Pergunta	Compreensão da pergunta		-
Hipóteses	Propor respostas testáveis à pergunta		-
Objetivo	Delimitar o que será pesquisado	<i>Realizar uma simulação e a respectiva Titulação em laboratório; Observar o processo experimental e, havendo discrepâncias entre os resultados das Titulações, apontar as causas.</i>	-
Embasamento teórico	Conhecer as informações e os princípios necessários para resolução do problema proposto	<i>Conhecer os princípios de ionização de um ácido fraco Calcular diluições a partir de concentração e volume Conhecer a função da técnica de Titulação Conhecer a base metodológica da técnica de Titulação</i>	Prova e ED
Planejamento	Planejar a experimentação	<i>Determinar os materiais a serem utilizados no experimento da Titulação</i>	Planejamento
Coleta de dados	Executar experimentos	<i>Manipular equipamentos, vidrarias, reagentes, realizar diluições durante a execução da Titulação. Observar os procedimentos experimentais enquanto executam a Titulação.</i>	Envolvimento Laboratorial
Análise	Articular os dados coletados	<i>Comparar o resultado teórico (Simulação da Titulação) e prático (Titulação em laboratório) e a observação dos procedimentos experimentais.</i>	Relatório
	Comparar os dados com a literatura	<i>Comparar o resultado teórico (Simulação da Titulação) e prático (Titulação em laboratório) e a observação dos procedimentos experimentais com a literatura.</i>	Relatório
Conclusão	Propor um significado à análise	<i>Propor causas de discrepâncias entre o resultado teórico e prático, refutando ou comprovando as hipóteses.</i>	Relatório
Redação científica	Confeccionar a comunicação segundo as normas da Metodologia do Trabalho Científico	<i>Confeccionar o relatório segundo as normas apresentadas no Guia de Laboratório</i>	Relatório

Tabela 3: Tabela de organização da aula prática de **Aminoácidos e Proteínas**, contendo na coluna 1 as etapas do processo de investigação científica, na coluna 2, as habilidades referentes a cada etapa, na coluna 3, essas habilidades são contextualizadas em cada aula prática de Bioquímica e na coluna 4 os instrumentos de avaliação sugeridos para cada fase.

1) ETAPAS DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	2) HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS EM CADA FASE DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	3) CONTEXTUALIZAÇÃO PARA AULAS PRÁTICAS DE BIOQUÍMICA	4) INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO
Problema / Pergunta	Compreensão da pergunta		-
Hipóteses	Propor respostas testáveis à pergunta		-
Objetivo	Delimitar o que será pesquisado	<i>Desenvolver um planejamento estratégico experimental para responder às perguntas e obter o maior número possível de informações sobre amostras desconhecidas.</i>	-
Embasamento teórico	Conhecer as informações e os princípios necessários para resolução do problema proposto	<i>Compreender os princípios de ionização de ácido fraco Calcular diluições a partir de concentração e volume Conhecer a função e a base metodológica das técnicas das técnicas de Dosagem de Proteínas pelo Método de Bradford, Cromatografia de papel, Eletroforese em gel de poliacrilamida</i>	Prova e ED
Planejamento	Planejar a experimentação	<i>Determinar os materiais a serem utilizados nos experimentos Elaborar estratégia experimental com as técnicas disponíveis</i>	Planejamento, Fluxograma
Coleta de dados	Executar experimentos	<i>Manipular equipamentos, vidrarias, reagentes, realizar diluições.</i>	Envolvimento Laboratorial
Análise	Articular os dados coletados	<i>Comparar os resultados dos experimentos</i>	Relatório
	Comparar os dados com a literatura	<i>Comparar os resultados dos experimentos com a literatura</i>	Relatório
Conclusão	Propor um significado à análise	<i>Caracterizar as substâncias desconhecidas de acordo com as perguntas e hipóteses</i>	Relatório
Redação científica	Confeccionar a comunicação segundo as normas da Metodologia do Trabalho Científico	<i>Confeccionar o relatório segundo as normas apresentadas no Guia de Laboratório</i>	Relatório

Tabela 4: Tabela de organização da aula prática de **Enzimas**, contendo na coluna 1 as etapas do processo de investigação científica, na coluna 2, as habilidades referentes a cada etapa, na coluna 3, essas habilidades são contextualizadas em cada aula prática de Bioquímica e na coluna 4 os instrumentos de avaliação sugeridos para cada fase.

1) ETAPAS DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	2) HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS EM CADA FASE DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	3) CONTEXTUALIZAÇÃO PARA AULAS PRÁTICAS DE BIOQUÍMICA	4) INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO
Problema / Pergunta	Compreensão da pergunta		-
Hipóteses	Propor respostas testáveis à pergunta		Relatório
Objetivo	Delimitar o que será pesquisado	<i>Desenvolver um planejamento experimental estratégico e investigar se existe diferença de especificidade entre as fosfatases de batata e de leveduras.</i>	-
Embasamento teórico	Conhecer as informações e os princípios necessários para resolução do problema proposto	<i>Compreender os princípios de $V_{m\max}$ e K_m, eficiência enzimática. Entender o conceito de curva padrão. Conhecer o procedimento experimental de cinética enzimática.</i>	Prova e ED
Planejamento	Planejar a experimentação	<i>Determinar os materiais a serem utilizados nos experimentos Elaborar estratégia experimental com as técnicas disponíveis</i>	Planejamento, Fluxograma
Coleta de dados	Executar experimentos	<i>Manipular equipamentos, vidrarias, reagentes, realizar diluições.</i>	Envolvimento Laboratorial
Análise	Articular os dados coletados	<i>Calcular e comparar a eficiência enzimática das fosfatases da batata e da levedura</i>	Relatório
	Comparar os dados com a literatura	<i>Comparar os resultados com a literatura</i>	Relatório
Conclusão	Propor um significado à análise	<i>Responder a pergunta, justificando.</i>	Relatório
Redação científica	Confeccionar a comunicação segundo as normas da Metodologia do Trabalho Científico	<i>Confeccionar o relatório segundo as normas apresentadas no Guia de Laboratório</i>	Relatório

4.2.3 Avaliação do trabalho em grupo

Segundo os preceitos construtivistas, kolbianos, a interação social é fator importante no aprendizado. A experiência, vivência externa, propicia a reflexão e o aprendizado individual. Assim, mesmo o social sendo facilitador da aprendizagem, esta é individual. A pergunta que se apresenta é se avaliações grupais expressariam o aprendizado individual. Admitindo que a participação nas aulas é essencial, como elemento de ação para possibilitar uma reflexão e posterior abstração, essa avaliação teve como objetivo proporcionar informações sobre a dinâmica do trabalho em grupo nas aulas práticas da BB280, segundo a visão dos próprios integrantes dos grupos.

Cada aluno respondeu um questionário para avaliar os outros integrantes do grupo segundo os critérios de participação nas atividades propostas em relação a busca e partilha de informações com os colegas, cumprimento dos prazos e das tarefas individuais e a participação na discussão sobre o trabalho. Esse questionário foi adaptado de Teixeira (2005).

O questionário foi composto de 5 itens (Tabela 5). Em cada um deles, existe uma graduação do nível de atividade representada pelas letras A, B, C e D, sendo a graduação máxima a letra A e a mínima a letra D. As avaliações foram desenvolvidas de maneira que não foi possível saber quem foi o avaliador nem quais os integrantes do grupo avaliados por ele. Assim, os avaliadores só podiam identificar qual grupo e turma os questionários pertenceram. Na tabela de avaliação do grupo (Tabela 6), cada aluno admite um número para cada integrante do grupo, mas não registra esse número associado e admite uma nota (A, B, C ou D) para cada integrante, segundo os critérios da tabela 5. Os grupos foram compostos por no máximo oito integrantes. No caso de um grupo com oito alunos, por exemplo, um avaliador avalia os sete companheiros de grupo, já que não avalia a si mesmo. O questionário completo encontra-se no Apêndice XI.

Tabela 5: Critérios de avaliação do questionário de avaliação a dinâmica do trabalho em grupo.

Itens	A	B	C	D
I) Investigação e busca de informação	Busca bastante informação para o trabalho.	Busca parte das informações para o trabalho.	Busca muito pouca informação para o trabalho.	Não busca nenhuma informação para o trabalho.
II) Partilha de informação	Compartilha muita informação com os colegas de grupo.	Compartilha parte das informações importantes com os colegas.	Compartilha pouca informação com os colegas de grupo.	Não compartilha informação com os colegas de grupo.
III) Cumprimento dos prazos	Cumpe todos os prazos.	Cumpe a maioria dos prazos.	Respeita pouco os prazos.	Não cumpre os prazos.
IV) Divisão de tarefas	Cumpe sempre o seu trabalho sem precisar que lhe recordem os seus deveres.	Normalmente, cumpre o seu trabalho – raramente precisa que lhe recordem os seus deveres.	Raramente cumpre o seu trabalho – precisa frequentemente, que lhe recordem os seus deveres.	Não faz o seu trabalho, tendo os seus colegas que realizar a sua parte.
V) Participação nas discussões	Participa ativamente das discussões sobre o trabalho.	Participa apenas de algumas discussões.	Participa muito pouco das discussões.	Não participa das discussões.

Tabela 6: Tabela de avaliação de cada integrante do grupo sobre a dinâmica do trabalho em grupo.

	INTEGRANTES DO GRUPO						
Itens	1	2	3	4	5	6	7
I							
II							
III							
IV							
V							

Admitindo a participação de todos os integrantes nas avaliações, tem-se número de integrantes do grupo e o número de integrantes avaliados representado pelo

(número de integrantes – 1), já que os integrantes não se auto avaliam. O total de avaliações por grupo foi, portanto: (número de integrantes do grupo*número de integrantes avaliados). Para um grupo de 8 integrantes, cada integrante avaliou seus 7 companheiros, resultando em oito quadros, como exemplifica a tabela 7 de um grupo hipotético, e um total de 56 avaliações (8*7).

Tabela 7: Exemplo de avaliação feita pelo integrante de um grupo hipotético.

	INTEGRANTES DO GRUPO						
Itens	1	2	3	4	5	6	7
I	C	C	C	C	C	B	B
II	B	B	B	A	B	B	C
III	B	A	A	A	A	A	A
IV	A	A	A	A	A	A	A
V	A	A	A	A	A	A	B

Os números dentro do quadro representam os sete alunos do grupo que foram avaliados por um oitavo membro (avaliador alfa). O aluno 1, por exemplo, recebeu avaliação C no item I, avaliação B nos itens II e III e avaliação A nos itens IV e V. Note-se que a identidade dos alunos não é conhecida. Para quantificar essas notas dadas pelos companheiros de grupo, adotamos um critério convertendo a graduação delas de letras para números, de maneira que uma nota A valeu 1, nota B valeu 0,66, nota C equivaleu a 0,33 e uma nota D, 0. Um aluno pode obter nos 5 itens uma nota máxima de 5 pontos. Abaixo (Tabela 8) está exemplificada a quantificação da avaliação feita pelo integrante do grupo hipotético mostrada na tabela 7.

Tabela 8: Conversão da tabela 7 números: A = 1; B = 0,66; C = 0,33 e D = 0.

	INTEGRANTES DO GRUPO						
Itens	1	2	3	4	5	6	7
I	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,66	0,66
II	0,66	0,66	0,66	1	0,66	0,66	0,33
III	0,66	1	1	1	1	1	1
IV	1	1	1	1	1	1	1
V	1	1	1	1	1	1	0,66

O objetivo do questionário não foi verificar a avaliação em cada item específico, mas a dinâmica geral do grupo no que se refere a dinâmica do trabalho no conjunto de todos os itens.

Para isso, foi analisado o desempenho de cada aluno em relação a média do seu grupo. Foi estabelecido um intervalo de notas em torno da média do grupo que delimitou a quantidade de avaliações com um desempenho acima desse, abaixo ou dentro do intervalo. Tendo em vista que não há um valor intermediário entre as notas (por exemplo entre A=1 e B=0,66) estabeleceu-se um grupo com notas em torno da média e não somente um conjunto de avaliações com notas imediatamente abaixo da média e outro como notas imediatamente acima dela. A questão foi como eleger esse intervalo. Que tamanho ele teria? Segundo o critério adotado, elegemos o intervalo de confiança (IC) da média das notas do grupo para satisfazer essa questão.

Nesse estudo, foram consideradas todas as avaliações do grupo e não uma amostra deles. Construímos um intervalo de confiança (IC) de 95% para cada grupo, como uma medida de dispersão da média das notas do grupo. Com esse intervalo foi possível estabelecer o ponto que separa os desempenhos em volta da média (desempenhos dentro do IC) dos mais abaixo da média (desempenho abaixo do IC) e daqueles mais acima da média (desempenhos acima do IC). Como o conjunto das notas de cada grupo possui uma distribuição normal, o IC é calculado multiplicando – se o desvio padrão da média do grupo por 1,96 (valor bruto correspondente a uma área de 95% da Curva Normal Padrão). Os pontos abaixo e acima da média que determinam o

Limite Inferior do IC (Sup IC) e o Limite Superior do IC (Inf IC), respectivamente, são determinados pelo cálculo:

$$\text{Sup IC} = \bar{X} + (1,96 \cdot \sigma)$$

$$\text{Inf IC} = \bar{X} - (1,96 \cdot \sigma)$$

Com isso determinaram-se 3 conjuntos de avaliações para cada grupo: alunos acima, dentro e abaixo do IC (Figura 6). Foram calculadas as porcentagens de alunos avaliados nos 3 conjuntos e expressas em gráficos de colunas. Para os cálculos estatísticos e gráficos foi utilizado o software SPSS 16.0 (Statistics Package for Social Science) (SPSS, 2007).

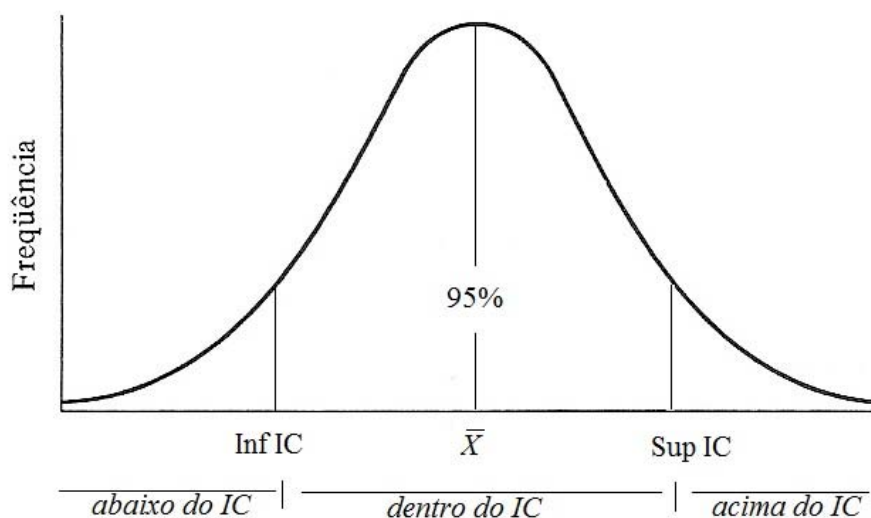


Figura 6: Curva Normal mostrando o intervalo de confiança de 95% e os valores que correspondem aos 3 conjuntos de avaliações: abaixo, dentro e acima do IC.

Esse cálculo está exemplificado, a seguir, a partir dos dados do grupo hipotético mostrado na tabela 8.

Cálculo da média do grupo:

Cada avaliador dá uma nota (de 0 a 5, somando os 5 itens) a cada um de seus 7 companheiros. O aluno 1, que obteve notas C, B, B, A, A nos itens I, II, III, IV, V, respectivamente, tem pontuação 0,33, 0,66, 0,66, 1, 1 (Tabela 8) e recebe a nota total

de 3,66 (soma das 5 notas). A partir das notas de todos os alunos avaliados no grupo (8 integrantes * 7 avaliados por integrante = 56 diferentes notas), calcula-se, então, a média de todos os alunos avaliados, sendo assim, a média de notas do grupo:

$$\text{Média de notas do grupo} = \frac{\text{Soma das notas dos alunos avaliados}}{\text{Número de notas}}$$

Cálculo do Intervalo de Confiança

O intervalo de confiança (IC) foi definido estabelecendo um limite superior e inferior de 1,96 vezes o desvio padrão da média para cada grupo, o que representa 95% de confiança.

Para o grupo hipotético, por exemplo, a média das avaliações foi de 3,431 e o desvio padrão da média 0,176. O intervalo da média foi, portanto, $((3,431 + - (1,96 * 0,176))$. Os alunos que tiveram notas abaixo da média possuíam notas entre 0 e o limite inferior do IC (Inf IC) de 3,0796 $(3,431 - (1,96 * 0,176))$, os que tiveram notas acima da média, possuíam notas acima do limite superior do IC (Sup IC) de 3,7826 $(3,431 + (1,96 * 0,176))$ e os alunos com notas na média possuíam notas entre o 3,0796 (Inf IC) e 3,7826 (Sup IC).

4.2.4 Avaliação Discente Institucional

O formulário de avaliação discente é um questionário de avaliação que os alunos de todas as disciplinas do Instituto de Biologia da Unicamp recebem ao final de cada disciplina para avaliá-la segundo vários aspectos. Os alunos devem dar uma nota de 0 a 5 para avaliar alguns itens, como cumprimento da carga horária, reposição de aulas, coerência entre o conteúdo e a avaliação, etc. Utilizamos para a análise as respostas das questões sobre Avaliação da Metodologia de Ensino e Avaliação da disciplina como um todo dos anos de 2006, 2007 e 2008.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 A aplicação das atividades da disciplina.

5.1.2 Atividade Introdutória – Metodologia de Pesquisa

Nessa atividade, os estudantes percorreram algumas etapas do processo de investigação científica, através de uma atividade lúdica que não abordou conteúdos de Bioquímica. Esse primeiro contato com algumas fases que serão abordadas em outras atividades, proporcionou uma introdução às conceituações de cada fase. Como primeiro ciclo do processo espiral de aprendizagem, foram fornecidos os primeiros elementos conceituais de forma simples, de modo que a reflexão e a abstração construíssem uma base para o próximo ciclo, mais complexo: a atividade de Sistemas -Tampão. Abaixo, apresentamos uma abordagem qualitativa sobre a aplicação da atividade.

Dentro das caixas e dos sacos foram inseridos objetos de fácil e de difícil reconhecimento, como nos exemplos das figuras 7A e 4B:



Figura 7A: Objetos contidos na caixa 1: bexiga com farinha e água, ponteira de pipeta, caneta, mini bloco.



Figura 7B: Objetos contidos no saco 1: escurridor de pratos, pedra, pá de plástico, caneta.

As dicas simulam o aporte teórico de uma pesquisa, o embasamento, as informações sobre o problema. Propusemos dicas vagas, como: é um material de uso de escritório; é um utensílio de cozinha; é de uso laboratorial, etc.

As hipóteses deveriam ser elaboradas listando possíveis objetos para cada dica. Essas suposições deveriam ser “testáveis”, ou seja, possíveis respostas que podem ser testadas com a execução de uma ação sobre a caixa e o objeto.

Todos os alunos listaram suas suposições. Alguns relacionaram as suposições às dicas, como :

“De acordo com as dicas, um aglomerado de silicato pode representar uma vidraria, que também pode ser de uso laboratorial como um tubo de ensaio [...]”

“Por ser de uso laboratorial, utilitário ornamental e de uso pessoa, um dos objetos pode ser um óculos. Outro objeto pode ser uma vidraria de laboratório [...]”

Note que a última hipótese citada relaciona várias dicas a um objeto. Outros alunos somente listaram as possibilidades:

“De acordo com as dicas apresentadas, os objetos podem ser: fotografia, areia, tubo de pasta de dente, régua, luva, par de brincos [...]”

“De acordo com as dicas fornecidas espero encontrar: foto, areia, escova de dentes, grampeador, luva, biquíni, brinco, RG, óculos de segurança, farinha de trigo [...]”

É possível perceber que houve o entendimento com relação à formulação de possíveis objetos, mas não houve citação que fez referência à possibilidade de testá-las. Para a hipótese de um dos objetos ser farinha de trigo, como na última citação, seria necessário testes que não podem ser realizados através da caixa e do saco. Assim, observamos que a concepção de “hipóteses testáveis” não eram claras aos alunos.

Com relação à elaboração do planejamento, todos os alunos estabeleceram, no mínimo, apalpar o saco e colocar a mão no buraco da caixa como ação. Alguns apontaram outras ações, como:

“Observar a forma do saco e apalpar. Chacoalhar a caixa e escutar o som [...]”

Alguns alunos planejaram apontando o possível tipo de dado que poderia encontrar com aquela ação:

“Para descobrir o que há dentro da caixa sem abri-la ou danificá-la, aplica-se o método de balançar a caixa, movendo-a em diferentes posições, ouvindo sons e obtendo a percepção da massa do conjunto. Para isso, o saco, além dos métodos para a caixa, a percepção tátil será útil, sentindo a forma e a dureza dos objetos [...]”

“Colocar o saco contra a luz e observar a silhueta dos objetos. Caso pareça seguro e necessário, executar um apalpamento sobre o saco, procurando perceber a consistência e textura (áspero ou liso). Apalpar através do orifício da caixa, procurando perceber os objetos em seu interior e, caso pareça segura, agitar com cuidado a caixa, procurando perceber o som dos objetos. [...]”

Observa-se que todos entenderam a abordagem de estabelecer um método de ação. No entanto, percebem-se níveis de conhecimento acerca do assunto, verificados por citações que apenas pontuam os métodos, outras pontuam e justificam, informando os possíveis tipos de informações que os mesmos fornecerão.

As respostas dos itens observação e interpretação mostraram uma grande quantidade de erros. Estudos revelam uma forte tendência de interpretar na observação (ÁVILA; TORRES, 2008).

A observação é o momento da coleta de dado, ou seja, são registrados os dados advindos da execução do que foi planejado. Na interpretação e análise os dados da interpretação são discutidos para, com isso, propor uma resposta à pergunta, ou um significado aos objetos. Na maioria das respostas (62%) houve interpretação no momento da observação, como os exemplos:

“Caixa nº 6: durex, bola de gude, fecho de pasta para plástico [...]”

“Saco: moeda, bola de gude; Caixa: brinco, porta CD, foto [...]”

A interpretação direta na observação advém do conhecimento prévio individual. Todos os alunos conhecem uma caneta, por exemplo, por isso, já apontam diretamente a resposta, mas uma caneta observada com o tato é um objeto cilíndrico, de aproximadamente 15 centímetros de comprimento, etc. Numa pesquisa, devemos justificar as respostas à pergunta com os dados coletados e com a discussão da literatura, somente com essa análise uma pesquisa é válida.

Ao final da aula, foi realizada uma discussão sobre a atividade, apresentando os conceitos envolvidos e mostrando o conteúdo de cada caixa/saco. A aplicação da atividade anteriormente a uma discussão mais aprofundada sobre os conceitos permitiu visualizar o conhecimento prévio dos alunos como também estimulá-los a descoberta do conteúdo das caixas.

5.1.3 Integração da teoria e prática nas atividades práticas

Aulas práticas e teóricas possuem uma estrutura muito diferenciada. No geral, um mesmo conteúdo demanda um tempo maior para ser desenvolvido em uma aula prática. Por isso, em muitos casos, esses dois aspectos são ministrados em momentos diferentes na disciplina, ainda que digam respeito a um mesmo assunto, o que gera um distanciamento temporal entre prática e a teoria. Em algumas disciplinas também se verifica o distanciamento temático entre os mesmos. Os dois tipos de aula não são planejados em conjunto, o que dificulta uma ligação direta entre ambas, ligação esta essencial para um bom aproveitamento e para a aprendizagem do assunto. Essa distância (temática e temporal) é um dos grandes fatores que desmotivam os estudantes nas disciplinas de Bioquímica (POTGIETER; HARDING; ENGELBRECHT, 2008). Aulas teóricas e práticas aproximam o momento da ação e da abstração da aprendizagem. A prática integrada com os conceitos teóricos permite que a reflexão se processe em vários momentos, em pequenos ciclos de ação, reflexão e abstração, em vários momentos durante as atividades.

Estudos sobre a preferência do tipo de ambiente laboratorial mostram que os estudantes preferem aulas integradas às aulas tradicionais (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). As aulas teóricas devem proporcionar a base para as aulas práticas, já que o domínio da teoria é fator fundamental para um bom planejamento e essencial para a interpretação dos dados experimentais. Desse modo, a integração entre estas possibilita que o aluno veja a Bioquímica de uma maneira mais ampla (KOTIW; LEARMONTH; SUTHERLAND, 1999).

A característica de integração da teoria e da prática nas atividades é observada principalmente na organização das questões do Estudo Dirigido (ED) das atividades de

Sistemas-Tampão, Aminoácidos e Proteínas e Enzimas, na fase de **Embasamento teórico**. As questões primeiramente retomam conceitos puramente teóricos, passando gradativamente para o teórico-prático.

As primeiras questões possuem uma fundamentação abstrata, mas precisam ser respondidas para dar prosseguimento ao ED, que passa a apresentar um caráter teórico-prático nas próximas questões através da problematização do conteúdo e por fim, as duas últimas questões abordam a descrição dos procedimentos experimentais que serão executados nas aulas seguintes.

5.1.4 Atividade 1 – Sistemas – Tampão

Nessa primeira atividade da disciplina, mais estruturada, o problema, as hipóteses e os objetivos foram fornecidos prontos. A atuação dos grupos envolveu as fases da Metodologia de Pesquisa de Embasamento teórico, planejamento, Coleta de dados, Análise e Redação Científica. Essas habilidades, no contexto da organização da atividade, permitiram desenvolver o conteúdo aliado ao desenvolvimento da percepção sobre as implicações envolvidas na prática laboratorial.

Dentro da situação de integração teoria e prática, vias didáticas interdisciplinares permitem o desenvolvimento de cognição complexa (BELL, 2003). A matemática e a computação, utilizadas como ferramentas de simulação, estimulam a abstração do tema, retomando conhecimentos da memória, adquiridos em outro contexto.

A investigação científica, na grande maioria das disciplinas, requer um mínimo de conhecimento matemático, seja para o entendimento e desenvolvimento de gráficos ou para a compreensão de modelos estatísticos. Muito dos conhecimentos de química estão alicerçados em cálculos matemáticos (BANGASH, 2002). No entanto, a literatura e a prática diária revelam deficiências em conceitos matemáticos em estudantes de química. (POTGIETER; HARDING; ENGELBRECHT, 2008) Percebe-se desde dificuldades em construir e interpretar gráficos até a compreensão de equações algébricas. Estimular o pensamento matemático durante as aulas de disciplinas de

Bioquímica contribui, portanto, para a aprendizagem de conceitos baseada em uma perspectiva interdisciplinar.

A atividade de **planejamento**, realizada na primeira aula, propõe determinar como será a execução, pensando, em grupo, nos procedimentos, já conhecidos pela resolução prévia do ED, e listando os materiais e soluções necessários para a segunda aula. A bancada laboratorial de cada grupo contém uma lista com os materiais ali disponíveis. É necessária a análise desses itens, constatando apenas quais materiais não estão no armário da bancada. Ao pensarem sobre materiais a serem utilizados, os alunos precisam projetar a experimentação, pensando a teoria em um campo ainda desconhecido (o laboratório), determinando como será feita a experimentação, os procedimentos a serem realizados. É necessário também que associem os conceitos abstratos, os dados simulados na planilha eletrônica, as informações do roteiro de laboratório e que simulem mentalmente, naquele instante, a aula seguinte. Atividades pré-laboratoriais preparam o estudante e conferem melhor qualidade à experimentação (REID; SHAH, 2007). Pesquisas propõem o estímulo ao uso de simulação em aulas práticas, dado que o processo de simular um experimento complementa o entendimento do fenômeno em si e ajuda no desenvolvimento das habilidades de resolução dos problemas envolvidos com o assunto, na tomada de decisões e na observação de resultados (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004).

Esses processos remetem a uma pequena parte da rotina de um pesquisador que necessita de um planejamento diário e rigoroso para a execução da rotina laboratorial, além de contribuírem para a organização e otimização da execução na aula seguinte.

O confronto do modelo teórico com o experimental se aproxima ao modelo tradicional de aulas práticas baseado na demonstração de um modelo teórico. O diferencial da atividade está na pergunta a ser respondida com o confronto da simulação com a experimentação “Que fatores podem estar ocasionando a diferença entre o resultado da simulação da Titulação e a respectiva Titulação em laboratório?” Com isso, os alunos foram levados a observar o processo experimental para perceber onde poderiam estar os possíveis fatores de discrepâncias.

Em alunos iniciantes na experimentação laboratorial, algumas habilidades em Bioquímica, por mais que sejam explicadas e elucidadas teoricamente, só serão aprendidas efetivamente durante a execução do trabalho laboratorial, na fase de **coleta de dados**. Alguns exemplos delas são: as motoras e a visão sobre o processo experimental, ou seja, o reconhecimento das limitações de um equipamento; a do manuseio de vidraria, os imprevistos advindos de erros acidentais, a importância da organização e anotação organizada dos dados.

A deficiência de habilidade técnica é uma causa mencionada por diversos grupos para não obterem os resultados esperados, como é observado nos trechos de discussão apresentados nos relatórios:

“[...] como não há uma rotina de execução desse tipo de experimento por parte dos executores, há sempre o risco de uma imprecisão. Por exemplo, nosso grupo realizou uma medida provavelmente errada no ponto referente ao pH 7,3 onde o pH medido foi mais baixo que as medidas anterior e também posterior. O grupo supõe que tal erro pode ter sido causado pela solução não ter sido agitada e misturada tempo suficiente para a homogeneização, acarretando uma medição incoerente [...].”

“[...] Além de haver o erro na visualização do menisco (da pipeta graduada) devido a posição relativa entre olhos e menisco. [...]”

“[...] os erros dos executores podem ter sido significativos, pois o experimento não foi realizado com total precisão; como por exemplo, ao calibrar o pHmetro e ao realizar as diluições e as titulações. [...]”

Autores apontam que a habilidade de instrumentação está relacionada às habilidades de observação, de conhecer os procedimentos de segurança e técnicas específicas (REID; SHAH, 2007). As habilidades motoras, portanto, mais do que a proporcionar a elaboração do movimento correto de manipulação, estão intimamente associadas ao desenvolvimento de habilidades cognitivas, o que favorece um ambiente produtivo de aprendizagem.

O reconhecimento das limitações de equipamentos, ou de não se utilizar o equipamento que melhor desempenharia uma determinada função também foi item de discussão:

“[...] Uma outra solução para o caso pode ser a não completa precisão do peaqâmetro (em torno de 96%), o que alteraria os resultados, uma vez que aproximaram-se os valores de pH para uma casa decimal.[...]”

“[...] Materiais como a pipeta de vidro também não são muito precisos nas transferências de volumes das soluções, e as pequenas imprecisões também acabaram fazendo o pH oscilar mais na região não tamponante da curva de titulação. [...]”

“[...] Também podem ter havido erros durante a medição dos volumes das alíquotas pois utilizou-se pipeta graduada de 10ml e na medida do volume do ácido era preciso 0,09ml, sendo assim pode-se ter pego um volume sensivelmente maior. [...]”

Os alunos registraram os dados coletados no caderno de laboratório. A proposta de organização do caderno em que os grupos anotam as etapas desenvolvidas em toda a atividade abrange: os dados recolhidos no computador, o planejamento, os dados da execução, as etapas ocorridas durante a execução e os possíveis erros e falhas. Essa forma permitiu que os alunos percebessem a importância do registro na pesquisa, pois é a fonte de dados após a experimentação para **análise e confecção do relatório**.

5.1.5 Atividade 2 – Aminoácidos e Proteínas

Nessa segunda atividade da disciplina, mais complexa e menos estruturada que a primeira também foram fornecidos o problema, as hipóteses e os objetivos prontos. A atuação dos grupos envolveu percorrer as fases da Metodologia de Pesquisa de Embasamento teórico, planejamento, Coleta de dados, Análise e Redação Científica, tendo como foco o aprendizado do conteúdo aliado ao desenvolvimento de maior autonomia dos alunos através da elaboração da estratégia experimental a ser executada.

O planejamento, além de levar os alunos a pensarem previamente na execução, proporcionou um maior nível de abstração, em que os grupos precisaram conhecer diferentes técnicas e organizar uma estratégia, tendo liberdade para direcionar o processo experimental, elaborando um fluxograma. Abaixo (Figuras 8 e 9) são apresentados 2 exemplos de fluxogramas feitos em relatórios finais.

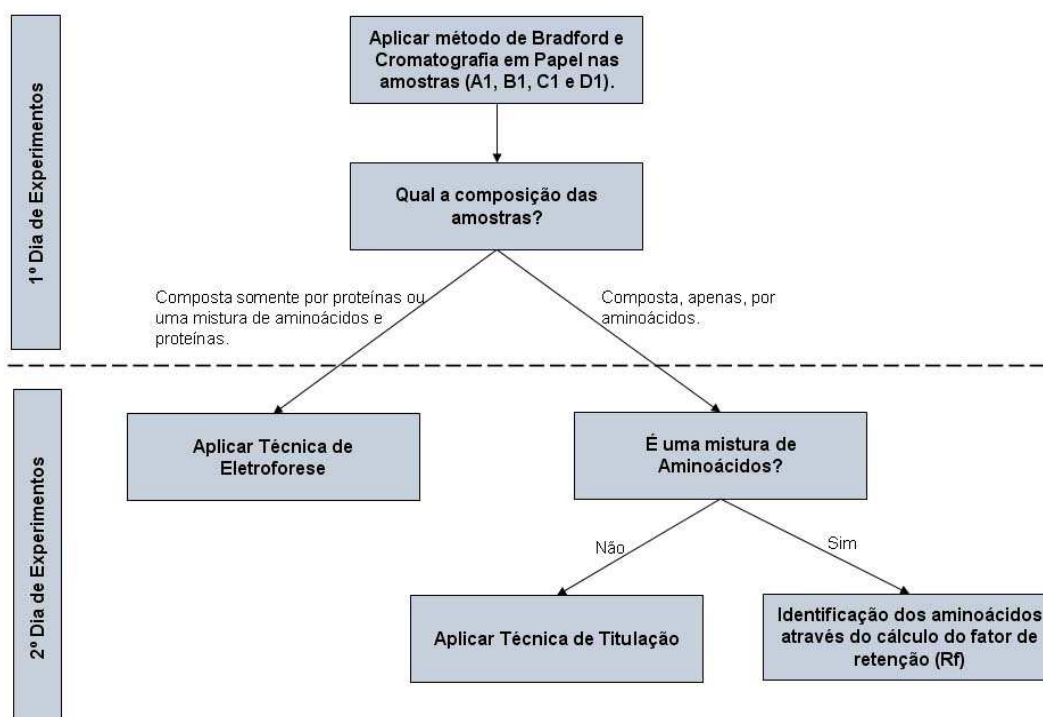


Figura 8: Exemplo de planejamento estratégico apresentado em forma de fluxograma no relatório referente a atividade prática de Aminoácido e Proteínas.

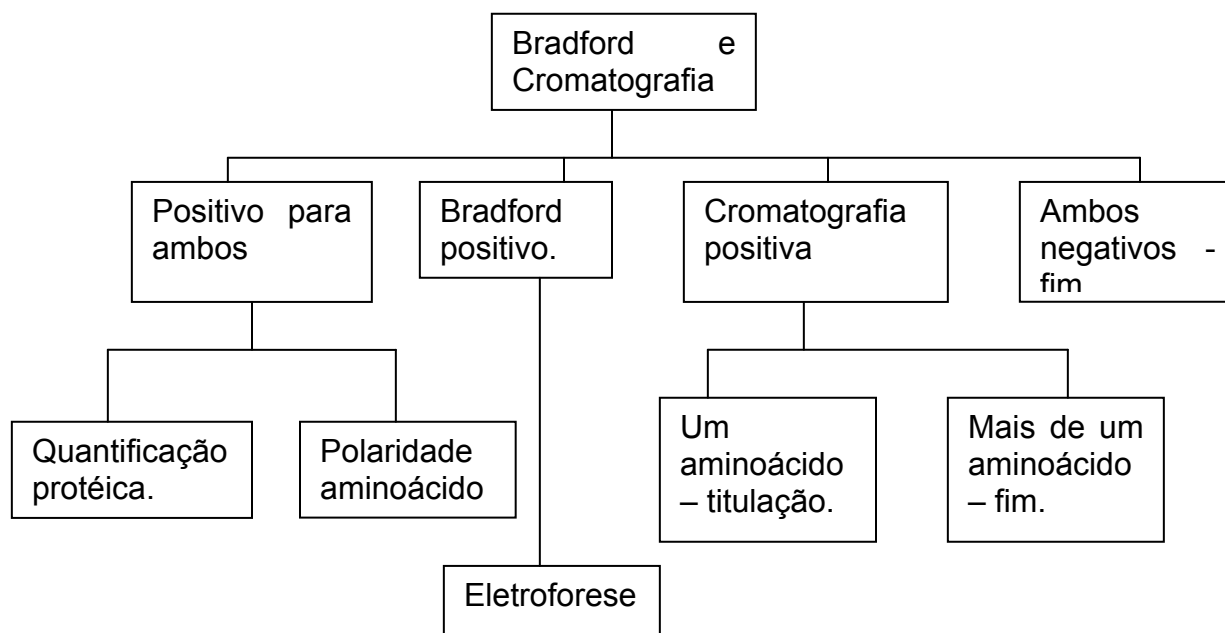


Figura 9: Exemplo de planejamento estratégico apresentado em forma de fluxograma no relatório referente a atividade prática de Aminoácido e Proteínas.

O fluxograma apresenta um esquema mental de articulação das técnicas. Expressa o pensamento do grupo, a lógica da estratégia experimental. Esse nível de abstração, mais complexo, prevê conhecer os aspectos teóricos e extrapolá-los à prática, mais especificamente, à elaboração da própria prática em busca da solução do problema. Alguns grupos descreveram o resultado da execução do planejamento:

“[...] O método de Bradford e a cromatografia em papel, realizados em paralelo no primeiro dia do experimento, foram importantes para que se determinasse através do primeiro, rapidamente e com alguma certeza, em qual das soluções poderia conter proteínas e através do segundo, qual poderia conter aminoácidos. A eletroforese e a titulação, métodos realizados no segundo dia do experimento, foram importantes para que fosse possível determinar através da eletroforese, o peso molecular das proteínas encontradas, e através da titulação a determinação aproximada dos pKa's do aminoácido em questão, utilizando-se uma curva construída com os valores de pH obtidos com diferentes volumes de HCl 2M e NaOH 2M. [...]”

Além do fluxograma, relatos mostraram o reconhecimento da importância do planejamento:

[...] um planejamento estratégico para analisar determinadas amostras é de vital importância para obtenção de dados concisos. As diferentes técnicas relatadas ao longo deste relatório possuem finalidades distintas e complementares, de forma que suas aplicações em momentos e situações adequadas podem resultar em máxima eficiência na obtenção dos resultados, enquanto uma utilização aleatória nem sempre trará dados satisfatórios. [...]

[...] após uma análise detalhada de todos os resultados pode-se concluir que o planejamento inicial se mostrou extremamente eficiente, afinal, obtiveram-se todos os dados desejados de forma satisfatória. Sem este planejamento inicial, talvez fossem realizadas técnicas dispensáveis e que resultariam em gastos desnecessários de material e tempo. [...]

[...] Visto as diferentes características de cada técnica, um planejamento estratégico que viabilize a obtenção da maior quantidade de dados possíveis de forma concisa e eficiente deve englobar, não só as variáveis da resolução de problemas, como também a melhor metodologia de aplicação das técnicas e as possíveis dificuldades que venham a surgir ao longo do processo experimental. [...]

O objetivo da aula apresentado no roteiro norteia a execução privilegiando o processo e não o resultado da experimentação. A proposição de “obter o maior número possível de informações sobre amostras desconhecidas” (Apêndice IV) enfoca a

elaboração de um resultado através de todo o processo de investigação. A avaliação não levou em consideração o acerto ou erro sobre a descoberta do que continham nas soluções, mas sim, a construção de uma resposta coerente com os dados coletados. Dessa forma pôde-se observar o desenvolvimento de conclusões aliadas ao planejamento estratégico e ao resultado específico de cada técnica e não a resultados brutos, com mostra o trecho de um relatório abaixo.

“[...] Experimentalmente, foi possível concluir que através dos valores de concentração obtidos na realização do método de Bradford que a amostra B5 não apresentou proteínas, enquanto que as amostras C5 e D5 apresentaram, respectivamente, 0,247 e 0,445 mg/ml. Por apresentar uma concentração muito baixa, próxima a zero, na amostra A5 foi considerada ausência de proteína.

Através da cromatografia em papel, ficou determinado que a amostra D5 não continha aminoácidos, por não ter apresentado banda positiva. As amostras B5 e C5 apresentaram uma única banda em cada papel, e seus valores de Rf médio, respectivamente, 0,30 e 0,54. A amostra A5 apresentou duas bandas bem definidas com valor de Rf médio 0,39. Contudo, nesse procedimento, não foi possível determinar com exatidão quais eram esses aminoácidos, podendo ser observado na tabela 5.2.4 os aminoácidos possíveis, de acordo com os valores médios de Rfs.

As amostras C5 e D5 submetidas a eletroforese devido à presença de proteínas detectadas através do método de Bradford, apresentaram bandas positivas, sendo que a amostra C5 apresentou duas bandas pouco coradas e a amostra D5 uma única banda bem definida, cujos pesos moleculares calculados foram 14,4 kDa da amostra D5 e da banda de maior deslocamento da amostra C5, e 45,0 kDa da banda de menor deslocamento da amostra C5.

A titulação, realizada com a amostra B5, única a apresentar um aminoácido puro, mostrou que o aminoácido contido nessa amostra possuía dois valores de pKa, sendo eles na faixa de 1,5 a 2,5 e de 10,0 a 12,5 aproximadamente (detectados através da leitura visual da curva de titulação).

Tendo em mãos os resultados obtidos com as análises das amostras em questão, foi possível determinar as soluções que continham apenas aminoácidos (A5 e B5), que continham uma mistura de aminoácidos e proteínas (C5) e, ainda, que continham apenas proteínas (D5). [...]”

As habilidades referentes à construção da redação científica, o relatório, foram discutidas em conjunto com as atividades de Sistemas – Tampão, Aminoácidos e Proteínas e Enzimas, posteriormente.

5.1.6 Atividade 3 – Enzimas

Nessa atividade, mais complexa e menos estruturada que as anteriores foram fornecidos o problema e os objetivos prontos. A atuação dos grupos envolveu percorrer

as fases da Metodologia de Pesquisa de Embasamento teórico, planejamento, Coleta de dados, Análise e Redação Científica, tendo como foco o aprendizado do conteúdo aliado ao desenvolvimento de maior autonomia dos alunos através da elaboração da estratégia experimental e elaboração de hipóteses.

O aumento no nível de complexidade é evidenciado no aumento do nível de dificuldade do tema, que possui o conteúdo das duas atividades anteriores como pré-requisito e o conhecimento de questões funcionais sobre proteínas, no caso, através do estudo de enzimas.

Foi observada maior dificuldade na elaboração do planejamento estratégico, que apresentou vários erros conceituais. Foram observadas também estratégias mais diferenciadas umas das outras, podendo inferir maior liberdade e autonomia na execução. Um grupo, por exemplo, elaborou a estratégia em 4 fluxogramas, representando diferentes etapas, outros elaboraram a estratégia baseada nos dias de execução. Outros, no entanto, não desenvolveram o fluxograma, redigindo o processo.

A elaboração das hipóteses seguiu o raciocínio de elaborar possíveis respostas à pergunta, mostrando alguma pequena dificuldade na elaboração de uma redação organizada.

“[...] Não há diferença entre as constantes de especificidade da fosfatase de batata e de levedura.

A fosfatase de batata apresenta uma constante de especificidade maior.

A fosfatase de levedura apresenta uma constante de especificidade maior. [...]”

“[...] A fosfatase extraída da batata possui maior constante de especificidade.

A fosfatase extraída da levedura possui maior constante de especificidade.

As fosfatases extraídas da batata e da levedura possuem constante de especificidade igual. [...]”

5.1.7 Atividade 4 – projetos

Os monitores avaliaram o relatório segundo a tabela de avaliação do relatório (Tabela 12) e também avaliaram o grupo através de questionário (Apêndice XII). Sobre o nível de autonomia dos grupos no desenvolvimento da pergunta, das hipóteses e do planejamento, sendo que Alta autonomia que elaboraram o item sozinhos, sem auxílio do professor e Nula, não foram capazes de elaborar o item.

A tabela 9 representa a porcentagem do nível de autonomia dos grupos. Com relação ao desenvolvimento da pergunta, os grupos apresentaram maior porcentagem de classificações altas e médias. No entanto observa-se uma grande porcentagem de baixa autonomia. Já no desenvolvimento das hipóteses, a maioria apresentou alta autonomia, ou seja, não precisou de auxílio do monitor para a elaboração. Já no planejamento, 70% dos grupos foram classificados como possuindo Média autonomia, ou seja, elaboraram o planejamento com um pouco de auxílio do orientador.

Tabela 9: Nível de autonomia dos grupos no desenvolvimento da pergunta, das hipóteses e do planejamento no projeto. Porcentagem calculada pela avaliação de todos os grupos pelos seus respectivos monitores.

Itens	Alta (%)	Média (%)	Baixa (%)	Nula (%)
Desenvolvimento da pergunta	37,5	37,5	25	0
Desenvolvimento das hipóteses	55	18	27	0
Desenvolvimento do planejamento	10	70	20	0

5.2 Avaliação das habilidades de Metodologia de Pesquisa científica

A avaliação como um processo, necessita de dados advindos de diferentes instrumentos de coleta (SCHUWIRTH, 2002) individuais e em grupo, que, triangulados, proporcionam uma conclusão mais consistente sobre a aprendizagem avaliada. Ao planejar as aulas práticas levando em consideração as habilidades conforme a tabela de organização das aulas práticas (Tabela 1), foi possível comparar o aproveitamento de cada habilidade específica ao longo das aulas práticas.

Numa primeira análise, as habilidades foram analisadas pela **comparação as notas dos diferentes instrumentos de avaliação propostos (Prova, Estudo Dirigido - ED, Envolvimento Laboratorial, Relatório e Planejamento)** nas atividades da disciplina de Sistemas - Tampão, Aminoácidos e Proteínas e Enzimas através da Análise de Variância (ANOVA, com teste de Bonferroni *a posteriori*, BioEstat 5.0). As médias dos valores (notas) utilizados para a análise estão no Apêndice XIV.

Com essa análise foi possível verificar o nível de interação dos diferentes instrumentos de avaliação, podendo observar, com isso, a relação das respectivas habilidades avaliadas. As associações do teste de variância verificam se há diferença entre as habilidades relacionadas. Quando $p < 0,01$ ($\alpha = 0,01$) há diferença entre os grupos. Quando $p > 0,01$, representado nas tabelas 10 e 11 por ns, não há diferença significativa entre os grupos, podendo-se inferir que há interação ou dependência entre os grupos.

Comparando-se os cinco diferentes instrumentos de avaliações nas três atividades (Tabela 10), das 30 análises somente 8 não apresentaram variação significativa entre os grupos (ns), ou seja, os grupos não diferem significativamente, podendo haver uma associação dos 8 casos. Os 22 casos restantes diferem significativamente, ou seja, as médias das notas desses casos diferem.

Na primeira atividade (Sistemas-Tampão), mais estruturada e menos complexa que as demais, a comparação ED x Prova não diferiu significativamente (Tabela 10). Já na segunda atividade (Aminoácidos e Proteínas) as notas da comparação entre os instrumentos ED x Relatório e ED x Envolvimento Laboratorial não diferiram e na terceira atividade, mais complexa, ED x Relatório; ED x Planejamento; Relatório X Envolvimento Laboratorial e Relatório x Planejamento não diferiram significativamente. A não diferença entre os grupos pode representar associação entre os instrumentos de avaliação em questão.

A atividade mais simples (Sistemas-Tampão) pode ser feita seguindo os passos do roteiro, o desenvolvimento de uma habilidade não depende necessariamente do desenvolvimento de outra. Com isso, pode-se verificar que conhecer previamente o tema, avaliado pelo ED, é o fator de maior contribuição para o desempenho na prova.

Preparar o aluno para a prática envolve conhecer os conceitos envolvidos no procedimento experimental como um todo (LEACH, 2002). Nas atividades práticas seguintes, o grupo vai obtendo maior autonomia. É necessário planejar a experimentação e escolher quais técnicas usar. As questões do ED são direcionadas a preparar os alunos para conseguir desenvolver essas tarefas, abordando conhecimentos sobre as técnicas laboratoriais que eles utilizarão e os conceitos

bioquímicos envolvidos. Podemos inferir a contribuição do ED para o desempenho nessas atividades pela não significância entre ED x Relatório (Tabela 10) em Aminoácidos e Proteínas e Enzimas.

Estudos revelam que os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de Bioquímica é muito heterogêneo. Ao iniciar a disciplina, cada aluno possui uma visão muito diferenciada em relação ao conhecimento dos conceitos envolvidos, ao objetivo da disciplina, à importância do tema. Direcionar previamente a atividade com questões que abordem o conteúdo necessário, ação desempenhada pelo ED, contribui para que todos os alunos venham com o mesmo conteúdo visto para a aula e para que o professor conheça os alunos e suas dificuldades (BECKHAUSER; ALMEIDA; ZENI, 2006).

O ato de planejar a experimentação pode favorecer habilidades cognitivas de conhecer, compreender, aplicar, analisar e sintetizar, como também habilidades motoras (ROSSI-RODRIGUES; OLIVEIRA; GALEMBECK, 2009). A ausência de diferença (ns) entre o Envolvimento Laboratorial e o Planejamento com Relatório (Relatório x Envolvimento Laboratorial e Relatório x Planejamento – Tabela 10), pode representar interação entre eles, podendo-se inferir que a execução da experimentação, avaliada pelo Envolvimento Laboratorial, e o Planejamento podem contribuir para um melhor desempenho na análise e interpretação dos dados, elaboração de uma conclusão para responder à pergunta, organizar e confeccionar a comunicação científica, habilidades requeridas na confecção do relatório.

O envolvimento com o ambiente laboratorial deve ser valorizado, pois levará o aluno a desenvolver percepções sobre as implicações envolvidas na prática laboratorial. No momento da prática podem ocorrer erros experimentais por falta de habilidade técnica, imprecisão dos equipamentos, imprevistos, situações que podem interferir nos dados e que mostram as discrepâncias entre a teoria e a prática experimental (EVANGELINOS; VALASSIADES, 2002; ROSSI-RODRIGUES; OLIVEIRA; GALEMBECK, 2009). A execução e o Planejamento favorecem a percepção desses

fatores, contribuindo para uma visão mais ampliada sobre a pesquisa científica que envolve trabalho laboratorial.

Tabela 10: Comparação do desempenho dos alunos nos diferentes instrumentos de avaliação (Prova, Estudo Dirigido - ED, Envolvimento Laboratorial, Relatório e Planejamento) nas atividades de Sistemas – Tampão, Aminoácidos e Proteínas e Enzimas através da Análise de Variância (ANOVA), com teste de Bonferroni *a posteriori*.

		Sistemas-Tampão	Aminoácidos e Proteínas	Enzimas
ED x Prova	(p)	ns	< 0.01	< 0.01
ED x Relatório	(p)	< 0.01	ns	ns
ED x Envolvimento Laboratorial	(p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
ED x Planejamento	(p)	< 0.01	< 0.01	ns
Prova x Relatório	(p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Prova x Envolvimento Laboratorial	(p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Prova x Planejamento	(p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Relatório x Envolvimento Laboratorial	(p)	< 0.01	ns	ns
Relatório x Planejamento	(p)	< 0.01	ns	ns
Envolvimento Laboratorial x Planejamento	(p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01

ns: diferenças não significantes ($p > 0.01$)

A **comparação de cada instrumento de avaliação** nas três atividades práticas (Tabela 11) possibilitou visualizar o desenvolvimento de habilidades comuns ao longo da disciplina. Observa-se que as notas referentes às habilidades do processo experimental propriamente dito, avaliadas pelo Relatório, Envolvimento Laboratorial e Planejamento diferem significativamente ($p < 0,01$), visto que o procedimento experimental de cada atividade é diferente. Já as habilidades referentes ao conhecimento de conteúdos verificado pelo ED e Prova não diferem significativamente, possuindo interação ao longo das atividades (ns).

Na análise do ED, não há diferença entre as notas nas 3 atividades, mostrando interação em todas as atividades (ns), já nas Provas, há interação entre as atividades

seqüências (Sistemas-Tampão x Aminoácidos e Proteínas e Aminoácidos e Proteínas x Enzimas). Pode-se inferir com esses dados que conhecer o conteúdo de uma atividade prática contribui para o entendimento do conteúdo da atividade prática seguinte.

Tabela 11: Comparação do desempenho dos alunos em cada instrumento de avaliação (Prova, Estudo Dirigido - ED, Envolvimento Laboratorial, Relatório e Planejamento) nas atividades de Sistemas – Tampão (ST), Aminoácidos e Proteínas (AP) e Enzimas (ENZ) através da Análise de Variância (ANOVA), com teste de Bonferroni *a posteriori*.

		ST x AP	ST x ENZ	AP x ENZ
ED	(p)	ns	ns	ns
Prova	(p)	ns	<0.01	ns
Relatório	(p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Envolvimento Laboratorial	(p)	ns	< 0.01	< 0.01
Planejamento	(p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01

ns: diferenças não significantes (p>0.01)

As habilidades referentes ao processo de confecção do relatório foram avaliadas pela análise do desempenho médio dos grupos em cada item e subitem exigido no relatório.

A avaliação do relatório através da tabela de Parâmetros de Correção do Relatório possibilitou comparar o desempenho em habilidades similares nas três aulas. A tabela 12 mostra uma forma generalizada das tabelas que contém os Parâmetros de Correção do Relatório para cada atividade (Apêndices VIII, IX e X). Nela, estão apresentados os dados da média dos grupos do diurno e do noturno da disciplina BB280, de 2008, totalizando 12 grupos. Em cada atividade, foram entregues os respectivos Parâmetros de Correção do Relatório juntamente com o guia. A primeira coluna contém os pesos de cada item. Nas três últimas colunas estão apresentadas as notas médias dos relatórios de Sistemas Tampão (R1), Aminoácidos e Proteínas (R2) e Enzimas (R3).

A melhora no desempenho foi verificada principalmente do R1 para o R2, se mantendo constante de R2 para R3 na maioria dos subitens. Com essa planilha, é

possível perceber os pontos de dificuldades na confecção do relatório. Inicialmente, percebe-se falhas na construção da Introdução, principalmente no que diz respeito à utilização e citação da literatura (R1, nota 0,21) e elaboração da justificativa do trabalho (R1, nota 0,38). A maioria dos alunos não citou a literatura consultada. Em R2 e R3 percebe-se uma melhora significativa no desempenho desses itens (R2: 0,75 e R3:0,68).

O item Materiais e Métodos também apresentou falhas. O leitor de uma comunicação científica precisa entender o que foi feito durante a pesquisa, quais métodos foram utilizados para se chegar ao resultado apresentado (MARCONI; LAKATOS, 2003). Os grupos apresentaram dificuldades no entendimento da construção desse item. Muitos grupos redigiram o que foi feito, “contando” em forma de redação, outros não citaram todas as técnicas, materiais e procedimentos realizados. Nos relatórios seguintes, observou-se melhora no desempenho.

A apresentação dos resultados foi calculada pela média dos subitens tabulação, estatística e descrição de cada atividade. Uma característica marcante nesse item é a falha na descrição dos resultados. Os resultados tabulados, apresentados em forma de gráficos e tabelas, devem ser descritos, ou seja, a interpretação deve ser explanada para melhor comunicação do dado. Ler e interpretar dados em representações gráficas são habilidades de interpretação visual que exigem certa desenvoltura visual e um empenho cognitivo (FLORES; MORETTI, 2006), podendo haver diferentes interpretações do leitor de acordo com o nível de habilidade visual.

Na discussão, primeiramente, os grupos tiveram dificuldade, principalmente de levar em consideração a literatura para reforçar os dados e estabelecer uma resposta à pergunta. A maioria dos grupos considerou somente os dados coletados. A validação dos dados de uma pesquisa se dá pelo apoio a outras pesquisas, referenciais teóricos que alicerçam a discussão. Os alunos tiveram uma melhora no desempenho do R2 e R3, mas as notas ainda foram muito baixas, mostrando grande dificuldade no aprendizado desse aspecto.

A conclusão apontou um aspecto interessante. Na maioria dos itens os grupos tiveram bons desempenhos, sendo que o trabalho de comprovar ou refutar as hipóteses apresentou uma divergência grande das notas de R1 e R2 para R3. Essa diferença

pode estar associada ao processo de elaboração das hipóteses, realizado somente na atividade 3 (Enzimas). Nas duas primeiras atividades, as hipóteses foram fornecidas prontas, já na atividade 3, cada grupo compôs suas próprias hipóteses. Pode-se inferir, com isso, que a autonomia na execução forneceu subsídios para a abstração e trabalho das hipóteses na elaboração da conclusão.

Com relação a média geral das 3 atividades, houve uma melhora do desempenho da primeira para a segunda (R1: 5,69; R2:7,34), com desvios padrão praticamente iguais (R1: 1,39; R2:1,37), podendo perceber uma homogeneidade nas variações. Na terceira, a média caiu um pouco (R3: 6,34), no entanto, o desvio padrão é muito maior (2,36), o que significa uma grande diferença entre os desempenhos dos grupos.

Tabela 12: Tabela geral de avaliação do relatório, apresentando as médias das notas dos relatórios dos grupos nas atividades de Sistemas-Tampão (R1), Aminoácidos e Proteínas (R2) e Enzimas (R3).

Peso	PARÂMETROS DE CORREÇÃO RELATÓRIO		R1	R2	R3	
0.5	RESUMO	Introdução: introduzir o tema; apontar os objetivos do trabalho	0.68	0.90	0.88	
		Método: citar os métodos utilizados	0.73	0.98	0.86	
		Resultado: citar os principais resultados e conclusão	0.73	0.85	0.79	
	INTRODUÇÃO	Apresentação do problema: introduzir o tema, pensando nos objetivos e nas hipóteses. Deixar clara a pergunta do trabalho	0.59	0.87	0.62	
		Literatura: utilizar e citar a literatura para elaborar a introdução	0.21	0.75	0.68	
		Justificativa: justificar o objetivo, desenvolvendo o problema	0.38	0.78	0.58	
0.5	OBJETIVO	Elaboração: descrever a proposta de trabalho já fornecida no roteiro. Não inserir métodos, discussão	0.83	0.91	0.89	
		Coerência: coerência entre o que foi feito no trabalho e o objetivo	0.88	0.96	0.88	
	HIPÓTESES	Coerência objetivo-hipótese: coerência entre objetivos e hipóteses	0.81	1.00	0.86	
		Elaboração: descrever/elaborar as hipóteses feitas coerentemente com a pergunta.	0.90	0.87	0.73	
1	MATERIAIS E MÉTODOS	Técnicas	Fidedignidade: citar todas as técnicas utilizadas	0.63	1.00	1.00
			Materiais: materiais de todas as técnicas utilizadas	0.67	0.95	0.88
			Procedimentos: inserir procedimento de todas as técnicas utilizadas	0.68	0.83	0.76
			Cálculos / Planejamento estratégico	0.97	0.73	0.37
		Organização	Organizar de forma clara, apontando as técnicas. Em tópicos. Não é uma redação	0.59	0.77	0.78
3	RESULTADO	Dados dos experimentos: Apresentar os dados coletados de forma elaborada, organizada, representando-os na linhagem pertinente, como gráficos, tabelas. É o momento de descrever o que foi observado na coleta de dados.	Tabulação: Apresentação dos resultados em forma de gráficos, tabelas	0.72	0.92	0.67
			Estatística: apresentar os dados matemáticos.	0.80	0.62	0.58
			Descrição: Descrever os resultados	0.34	0.73	0.58
2.5	DISCUSSÃO	Relacionar, articular, elucidar. Trabalhar os dados em direção da solução do problema. Discutir as hipóteses	0.57	0.70	0.59	
		Literatura	Apoiar a discussão também na literatura	0.08	0.33	0.35
2	CONCLUSÃO	Ideia geral	Retomar a ideia geral do trabalho	0.60	0.81	0.71
		Resposta à pergunta	Responder à pergunta do problema	0.68	0.98	0.85
		Hipóteses	Apontar as hipóteses refutadas e aceitas	0.38	0.33	0.74
		Coerência	Coerência entre resultados/discussão e conclusão	0.70	1.00	0.87
0.5	FORMATAÇÃO	Segundo as normas do guia	0.85	0.93	0.86	
10			Nota do relatório 0 a 10	5.68	7.34	6.34
			Desvio Padrão da média dos relatórios	1.39	1.37	2.36

Esta tabela também foi utilizada pelos monitores dos projetos para correção do relatório. Os monitores foram entrevistados com relação ao **uso da tabela para a avaliação**, de modo a apontar pontos positivos e negativos e sugestões de melhoria.

Abaixo são descritos pontos positivos, negativos e as sugestões e considerações sobre a tabela apontados pelos monitores:

Positivos:

“Praticidade, padronização. Todos os grupos tiveram os mesmos critérios de avaliação, independente do avaliador

Os métodos de correção ficam claros tanto pra quem avalia como para quem está sendo avaliado, tornando mais fácil a identificação das dificuldades do grupo em redigir um relatório

Todos os aspectos que podem ser avaliados estão presentes.”

*“Possibilidade utilização e adequação em projetos diferentes.
Objetividade”*

“Quando é necessário comparar projetos, a padronização pela divisão em subitens leva a uma avaliação mais justa. Sem uma normatização, a tendência é se avaliar melhor o trabalho que se aproxima da sua forma de escrever e pode ser que não seja a mais correta.”

“Para quem não tem prática e experiência em correções, facilita muito para se fazer uma avaliação mais justa.”

Negativos:

“Os itens possuem muitas subdivisões, o que pode tirar a liberdade do avaliador.”

Sugestões/Considerações:

“Levar em consideração o interesse/participação dos alunos na nota do relatório.”

“O professor deve ter liberdade e modificar os pesos e os itens de acordo com a abordagem, pois em algumas atividades alguns itens são mais importantes que outros, de acordo com o objetivo de aprendizagem.”

5.3 Avaliação do trabalho em grupo

Nessa avaliação, cada aluno avaliou os outros integrantes do grupo segundo alguns critérios de participação das atividades propostas em relação a busca (I) e partilha de informações com os colegas (II), cumprimento dos prazos (III) e da sua tarefa (IV) e a participação na discussão sobre o trabalho (V), o que proporcionou informações sobre a dinâmica do trabalho em grupo nas aulas práticas da BB280. Numa tabela como no exemplo da tabela 7, cada aluno avaliou os integrantes do seu grupo, discriminados pelos números de 1 a 7, com conceitos de A a D, sendo A o melhor conceito e D, o pior (Tabela 5, Apêndice XI). Os dados foram convertidos em

números e as notas das avaliações dos grupos separadas em 3 conjuntos por grupo: abaixo, acima e dentro do IC da média, como mostra a tabela 13:

Tabela 13: Dados da análise estatística da Dinâmica do Trabalho em Grupo dos 6 grupos para as turmas do diurno (D) e noturno (N), contendo a média geral de todas as avaliações, o Desvio Padrão da Média (σ), o limite superior do intervalo de confiança (Sup IC), calculado somando-se $1,96 \cdot \sigma$ à média do grupo e o limite inferior do IC (Inf IC), calculado subtraindo-se $1,96 \cdot \sigma$ à média do grupo.

	Média	σ	Sup IC	Inf IC
G1D	3.431	0.176	3.7826	3.0796
G2D	3.404	0.142	3.6888	3.1198
G3D	3.863	0.141	4.1452	3.5798
G4D	3.672	0.151	3.9740	3.3692
G5D	3.577	0.172	3.9215	3.2319
G6D	3.369	0.217	3.8029	2.9355
G1N	3.9717	0.1351	4.2418	3.7015
G2N	4.345	0.1754	4.6957	3.9943
G3N	4.182	0.1857	4.5539	3.8109
G4N	4.070	0.2352	4.5402	3.5994
G5N	4.011	0.1358	4.2828	3.7396
G6N	3.627	0.2413	4.1097	3.1446

Foram calculadas as porcentagens de alunos avaliados nos 3 conjuntos e expressas em gráficos de colunas para os dois turnos da disciplina, diurno e noturno (Figuras 10 e 11).

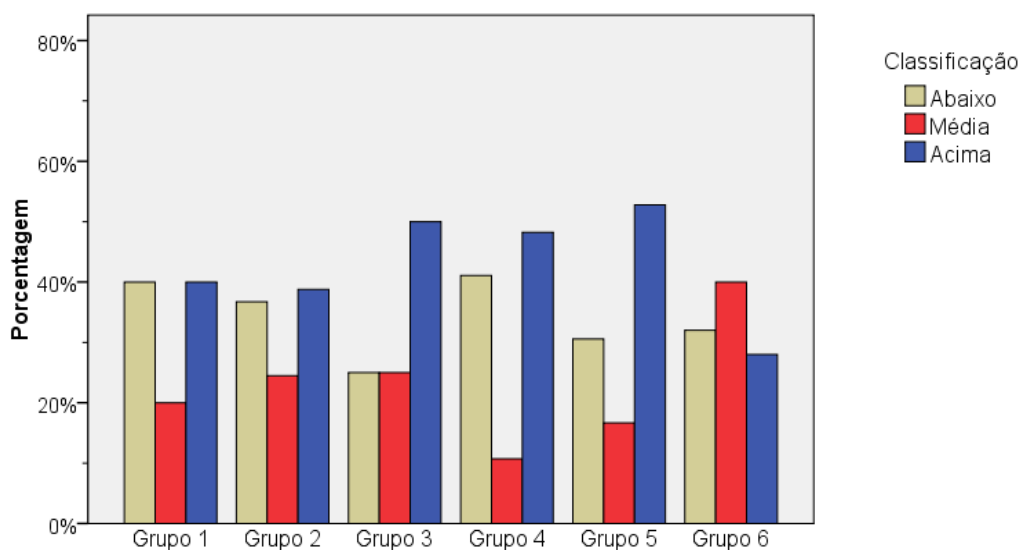


Figura 10: Proporção de alunos avaliados acima, abaixo e dentro da média do grupo – diurno, 2008.

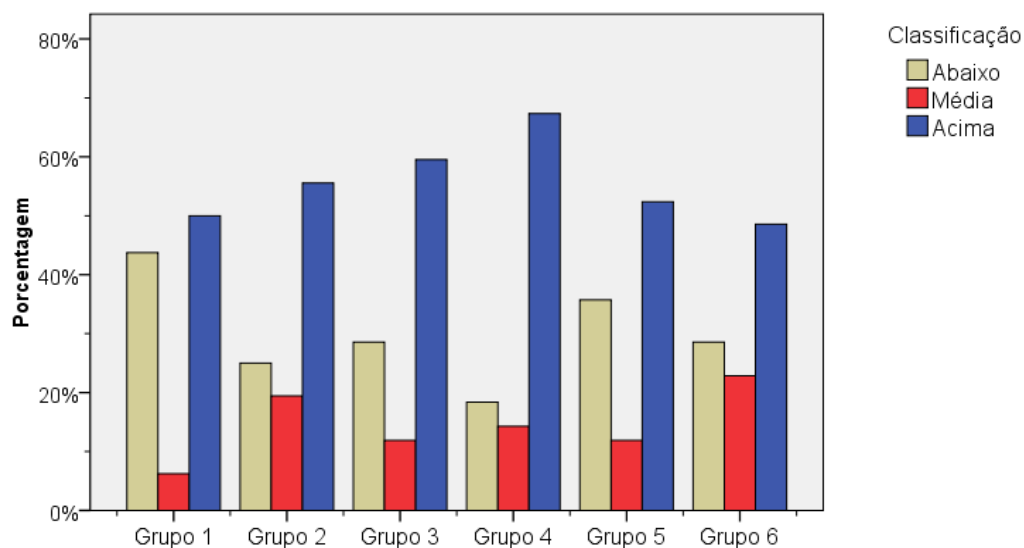


Figura 11: Proporção de alunos avaliados acima, abaixo e dentro da média do grupo – noturno, 2008.

Os gráficos (Figuras 10 e 11) mostram a diferença de atuações segundo as avaliações dos integrantes de cada grupo. Grupos com porcentagens próximas de avaliações (acima e abaixo da média) significam que houve uma quantidade semelhante de alunos que ganharam notas maiores e menores, o que representa uma

turma heterogênea, ou seja, alguns alunos trabalham mais que outros no que se refere à atuação individual no trabalho em grupo, segundo os critérios estabelecidos.

A figura 10 apresenta os grupos do diurno separados pelas proporções de avaliações dentro do IC, abaixo e acima dele. Podemos agora comparar todos os grupos do período diurno. O grupo 1 apresenta 20% das notas dentro do IC da nota média (em torno da média) deste grupo. A quantidade de notas acima da média é a mesma da de notas abaixo da média, 40%. Isso nos diz que os alunos desse grupo foram avaliados de forma bastante diversa, com grande dispersão das notas. Temos uma boa parte deles com desempenho abaixo da média (40%) e uma outra parte considerável que está acima da média (40%). Observando o Grupo 3, no gráfico 1, notamos uma situação bastante diferente em relação ao Grupo 1. A média das notas é a maior de todos os grupos e a amplitude do intervalo de confiança da média é a menor. Temos uma menor dispersão entre as avaliações. A maioria dos alunos, 50%, está acima da média e só 25% deles está abaixo dela. Uma situação diferente acontece com o Grupo 6. Um total de 40% das vezes os alunos foram avaliados dentro da média do grupo. É um número alto e que não ocorre nos demais grupos, onde a minoria está dentro da média.

Ao observar os resultados para o noturno (Figura 11), percebemos um número mais acentuado de avaliações acima da média ao compararmos com o diurno. Repare que em todos os grupos – exceto o grupo 1 onde a diferença entre as classificações abaixo e acima da média, 44% e 50%, respectivamente, é pequena – o número de vezes que as avaliações foram acima da média é muito superior às demais classificações, abaixo da média e dentro dela. Isso pode ser verificado também comparando as figuras 12 e 13.

Temos um retrato das duas turmas, diurno e noturno, observando os gráficos das figuras 12 e 13. Há uma quantidade pequena, cerca de 21%, de vezes em que os alunos do diurno foram avaliados dentro da média. A maioria está acima dela, 44% e, por volta de 34% das vezes, foram avaliados abaixo da média. No noturno, a quantidade de avaliações acima da média, 56%, é bem maior que a do diurno. Em

consequência disto, as quantidades abaixo da média e dentro dela (30%, 14%, respectivamente) são consideravelmente menores que a da outra turma.

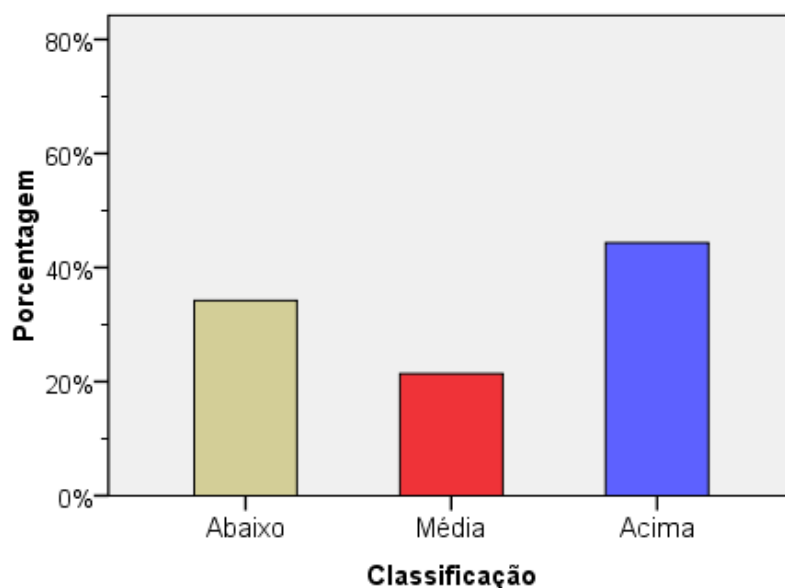


Figura 12: Proporção de alunos acima, abaixo e dentro da média do grupo – geral para o diurno.

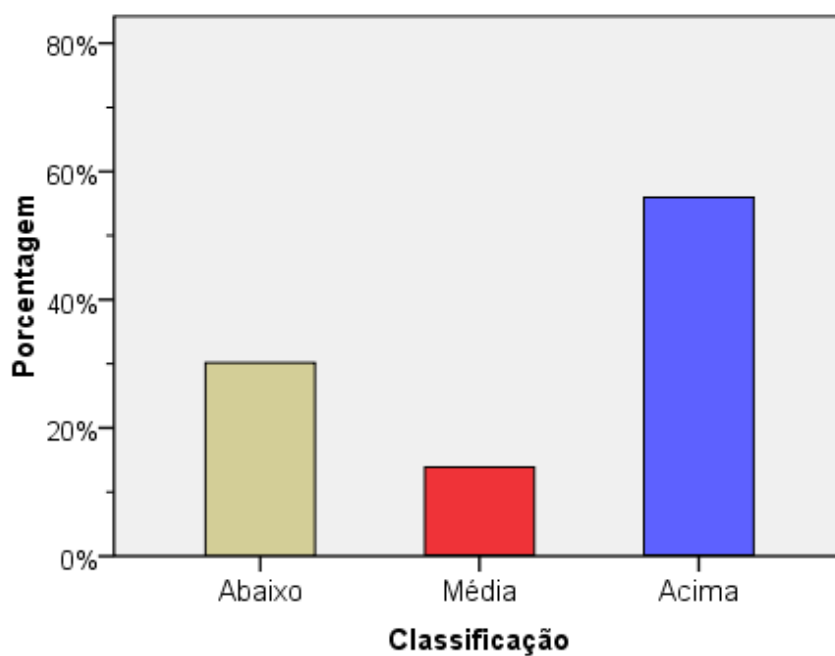


Figura 13: Proporção de alunos acima, abaixo e dentro da média do grupo – geral para o noturno.

O fato de o montante da turma ter sido avaliado fora do intervalo de confiança, ou seja, acima e abaixo da média, indica uma distância de atuações entre os integrantes do grupo. Entre os itens perguntados, os próprios alunos avaliaram a maioria os integrantes do grupo acima ou abaixo do IC, ou seja, da média, de onde se infere que alguns atuaram nas aulas práticas muito mais que outros, em todos os itens avaliados, segundo a avaliação deles próprios. Apesar dessa diferença de atuação, a porcentagem de avaliações acima do IC é maior que avaliações abaixo, mostrando que mais alunos foram avaliados positivamente, com maior nível de atuação, do que negativamente (abaixo).

Os monitores foram entrevistados ao final da disciplina com relação à participação dos integrantes do grupo, em todo o projeto.

Pergunta feita aos monitores: “Como você descreveria o nível de envolvimento dos integrantes do grupo na execução dos experimentos no projeto? (Todos participaram igualmente de todas as fases de experimentação? Alguns que executaram mais, outros menos?) Descreva também a participação dos integrantes nas discussões.”

Como ilustram as respostas abaixo, os monitores observaram diferença de atuação dos integrantes em algum momento do projeto.

“Houve integrantes que participaram menos e outros mais, tanto na pesquisa antes de iniciar o projeto, como na elaboração e execução do mesmo. Alguns integrantes menos interessados se demonstraram dessa maneira em todas as fases do projeto, do início ao fim enquanto outros participavam de vez em quando durante a execução do experimento.

Havia um integrante no grupo que aparentemente não se demonstrou ativo em nenhuma aula prática.”

“Na execução dos experimentos, alguns participaram muito mais do que os outros, na discussão, houve uma participação maior dos integrantes do grupo.”

“Alguns alunos não mostraram inicialmente interesse na participação, mas depois com o andamento do projeto passaram a se interessar e trabalhar mais com o grupo.”

“A grande maioria estava disposta a trabalhar e participar do experimento, mas havia 2 pessoas que não tinham o mesmo interesse, faziam o mínimo necessário, sem se envolver tanto, era mais uma coisa mecânica.”

“No diurno todos estavam igualmente integrados, já no noturno havia diferença significativa do nível de interesse e participação entre os integrantes do grupo.”

“De maneira geral, todos participaram na execução do projeto. Obviamente tem sempre aqueles que se destacam como líderes. Havia duas pessoas que organizavam todos os outros integrantes do grupo, mas todos trabalharam.”

Esse relato dos monitores corrobora a avaliação dos alunos, de que há diferença de participação e interesse entre os integrantes do grupo. O desempenho do grupo está intimamente relacionado as habilidades individuais de seus integrantes (SEETHAMRAJU; BORMAN, 2009). Justifica-se, portanto, a importância da aplicação de diferentes instrumentos de avaliação, individuais e em grupo, e que avaliem diferentes aspectos de comportamento e atuação, que vão expressar a aprendizagem.

5.4 Avaliação discente Institucional

Para análise da metodologia proposta, comparamos os dados das questões do questionário de Avaliação discente referentes à avaliação da Metodologia de Ensino e Avaliação da Disciplina como um todo dos anos de 2006, 2007 e 2008.

Nos anos de 2006 e 2007 a Metodologia de Ensino foi avaliada pela maioria dos alunos (30 – 35%) com nota 3 (Figura 14). Já em 2008, observou-se melhora na nota desse item, sendo que a maioria dos alunos (38%) avaliou a Metodologia de Ensino com nota 5.

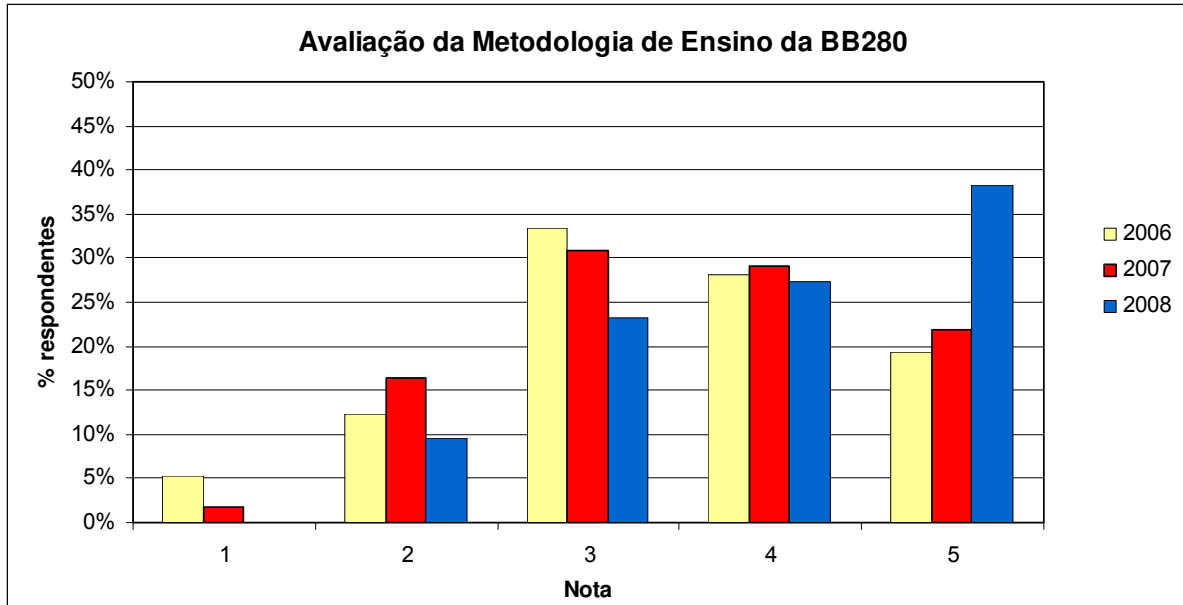


Figura 14: Resultado da Avaliação Discente, ficha de avaliação oficial do IB, em relação ao item “Avaliação da metodologia de ensino” da BB280 diurno e noturno.

Na avaliação da disciplina como um todo (Figura 15), em 2008 também observa-se mudança no padrão de notas. Em 2006 e 2007, a maioria dos alunos (40 e 47%, respectivamente) também avaliou a disciplina como um todo com nota 3, já em 2008, a disciplina foi avaliada com nota 4 pela maioria dos alunos (43%), sendo que a porcentagem de notas 5 também aumentou, de 10-14% em 2006, 2007 para 19% de notas 5 em 2008.

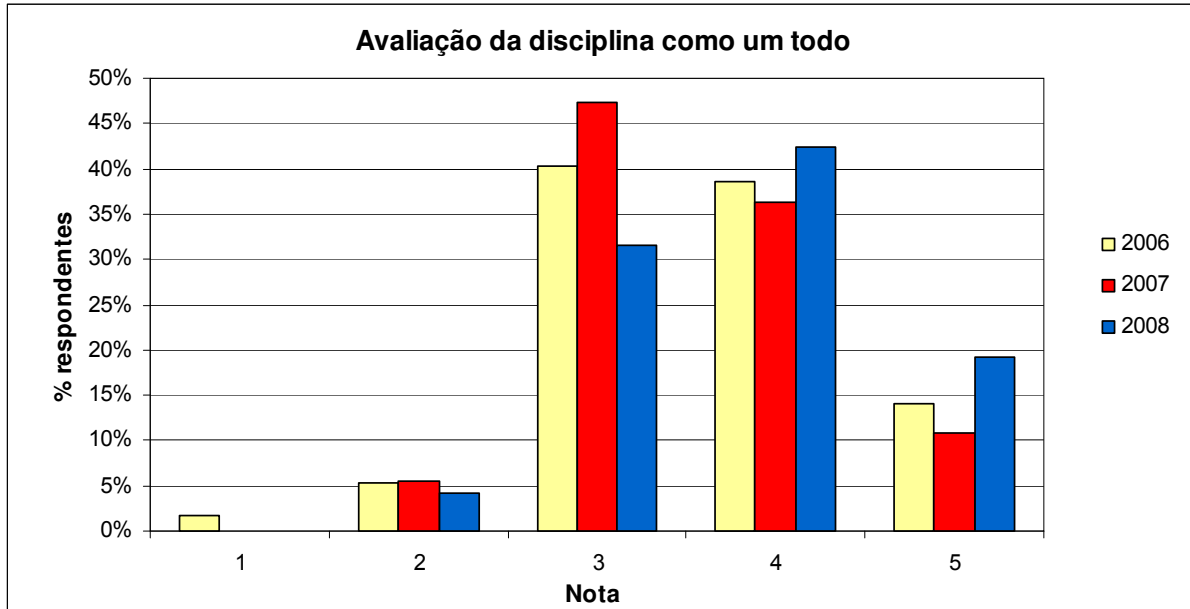


Figura 15: Resultado da Avaliação Discente, ficha de avaliação oficial do IB, em relação ao item “Avaliação da disciplina como um todo” da BB280 diurno e noturno.

Como essas questões avaliam a disciplina como um todo, a melhora na avaliação em 2008 pode ter sido influenciada tanto pela parte teórica como pela reestruturação das aulas práticas. No entanto, não houve mudança aparente na metodologia, nem de docente, nas aulas teóricas de 2006, 2007 e 2008.

6 CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi possível organizar uma sequência didática levando em consideração o conteúdo em aulas práticas de Bioquímica tendo como base a teoria de aprendizagem experiencial que proporcionou uma sistematização da disciplina baseada em resolução de problemas e no desenvolvimento de habilidades de investigação científicas.

Com a aplicação da sequência, pôde-se concluir que:

- A utilização de múltiplos instrumentos de avaliação, individuais e em grupo, é importante para verificar o desenvolvimento de habilidades, o qual não pode ser observado através de instrumentos tradicionais.
- A diversidade de instrumentos de avaliação permitiu a análise não somente do desempenho, mas, sobretudo do processo dinâmico de aquisição das habilidades ao longo da disciplina de maneira global.
- Foi possível verificar indícios de que a sequência didática foi efetiva para proporcionar, de forma gradativa, maior autonomia na experimentação laboratorial e aprendizagem prática de conceitos sobre investigação científica.

Sob uma análise geral, a sequência didática contribuiu para a melhoria da disciplina, verificada pelo aumento de notas máximas (5) em 2008, na avaliação discente na avaliação dos itens “Metodologia de ensino” e “Avaliação da disciplina como um todo”.

A organização da sequência didática, tendo como suporte a tabela comum de habilidades tornou a proposta flexível, podendo se adaptar a diferentes disciplinas. Organizando a disciplina através da tabela, o professor pode montar aulas práticas seguindo a metodologia de pesquisa científica e adequar as habilidades contextualizadas à disciplina em questão, ao número de aulas, etc, sabendo que a

diversidade de instrumentos de coleta levará a uma melhor visão sobre o processo de ensino e aprendizagem.

7 REFERÊNCIAS

Alvarez, Marina. **Modelo de Análise do papel das aulas práticas no Ensino de Bioquímica**. 2002. (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

American Society For Biochemistry And Molecular Biology. **ASBMS Recommended Curriculum for Program in Biochemistry and Molecular Biology**. 2008.

Asti Vera, A. *Metodologia de Pesquisa Científica*. 7. ed.: Globo, 1983.

Ávila, J., P.; Torres, B. B. Differentiating observation from interpretation. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular - SBBq e XI Congresso da PABMB. 2008. Águas de Lindóia, São Paulo.

Ayres, M. Ayres, D.; Santos, A. A. S. *Bioestat 5.0*. Aplicações estatísticas nas áreas de Ciências Biomédicas. (Software) Belém: Sociedade Mamirauá, 2005. Disponibilidade e acesso: <http://www.mamiraua.org.br/download/index.php?dirpath=./BioEstat%205%20Portugues&order=0> 30/01/2010

Bangash, F. K. Essentials of mathematics in teaching chemistry. In: Proceedings of 10a IOSTE International Organization for Science and Technology Education. 2002. Foz do Iguaçu, Brasil.

Barros, A. J. S.; Lehfeld, N. A. S. *Fundamentos de Metodologia Científica*. Um Guia para iniciação científica. 2. ed.: Pearson Education do Brasil, 2000.

Beckhauser, P. F.; Almeida, E. M.; Zeni, A. L. B.. O universo discente e o ensino de bioquímica. **Revista Brasileira do Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 2, 2006.

Beiguelman, B. *Biometria – Bioestatística*. Curso Prático de Bioestatística - 4a ed. Ribeirão Preto: Revista da Sociedade Brasileira de Genética, 1996.

Bell, E. Implementing the American Society for Biochemistry and Molecular Biology recommended curriculum in a Biochemistry and Molecular Biology degree program hosted jointly by a chemistry and biology department - The Richmond experience. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 31, n. 4, p. 225-227, 2003.

Beney, M.; Séré, M. Student's Intellectual Activities during Standard Labwork at Undergraduate Level. In: PSILLOS, D.; NIEDDERER, H. (Ed.). **Teaching and Learning in the Science Laboratory**. Dordrecht/ Boston/ London: Kluwer Academic, 2002. v.1. cap.2.

Boyer, R. Concepts and skills in the biochemistry/molecular biology lab. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 31, n. 2, p. 102-105, 2003.

Caldwell, B. ; Rohlman, C.; Benore-Parsons, M. A curriculum skills matrix for development and assessment of undergraduate biochemistry and molecular biology laboratory programs. **Biochemistry and Molecular Biology Education**], v. 32, n. 1, p. 11-16, 2004.

Depresbiteris, L. Avaliando competências na escola de alguns ou na escola de todos? **Informativo SENAC: Avaliação**, 2009a.

_____. Competências na educação profissional - é possível avaliá-las? **Boletim Técnico do Senac**, 2009b.

Domin, D. A review of laboratory instruction styles. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 4, p. 543-547, 1999.

Evangelinos, D. P.; D. Valassiades, O. An Investigation of Teaching and laerning about Measurement Data and their Treatment in the Introductory Physics Laboratory. In: PSILLOS, D.; NIEDDERER, H. (Ed.). **Teaching and Learning in the Science Laboratory**. Dordrecht: Klumer Academic, 2002. p. 267.

Flores, C. R.; Moretti, M. T. O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática. **Revista Eletrônica de Republicação em Educação Matemática**, p. 26-28, 2006.

Friedlander, M. R.; Arbués-Moreira, M. T. Análise de um trabalho científico: um exercício. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 60, n. 2, 2007.

Galembeck, E., Rossi-Rodrigues, B. C., Santos, R. V. D. Guia de Laboratório de Bioquímica. **Biblioteca Digital de Ciências**, 2009. Disponível em:<<http://www.ib.unicamp.br/ite/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1048>>.

Gomes, A. T. D.; Borges, A. T.; Justi, R. Processes and forms of knowledge involved in practical activities: a review of the literature and implications for research. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 187, 2008.

Hofstein, A.; Lunetta, V. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 28-54, jan 2004.

Hofstein, A.; Mamlok-Naaman, R. The laboratory in science education: the state of the art. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 2, p. 105-107, abril 2007.

Kolb, A. Y.; Kolb, D. A. The Learning Way: Meta-cognitive Aspects of Experiential Learning. **Simulation & Gamin**], v. 40, n. 297, 2009.

Kothari, C. R. *Research Methodology: Methods & Techniques*. 2. ed. New Delhi: New Age International, 2005.

Kotiw, M.; Learmonth, R. P.; Sutherland, M. W. Biological methods: a novel course in undergraduate biology. **Bochemical Education**, v. 27, n. 3, p. 131-134, jul 1999.

Kuhn, D. What needs to be mastered in mastery of scientific method? **Psychological Science**], v. 16, n. 11, p. 873-874, nov 2005.

Leach, J. Student's Understanding of Science and its Influence on Labwork. In: PSILLOS, D.; NIEDDERER, H. (Ed.). **Teaching and Learning in the Science Laboratory**. DORDRECHT/ BOSTON/ LONDRES: KLUWER ACADEMIC, 2002.

Levin, J. *Estatística Aplicada a Ciências Humanas*. 2ª. ed. São Paulo: Editora Harbra, 1987. 392p.

Loguercio, R. Souza, D.; Del Pino, J.C. Investigating records on the biochemistry educational programs in Brazil. **Ciência & Cognição**, v. 10, n. 147, p. 155, 2007.

Maia, P. F.; Justi, R. The development of skills in science teaching and the assessment process: the analysis of coherence. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 431, p. 450, 2008.

Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5. ed.: Editora Atlas, 2003.

Masetto, M. T.; Prado, A. S. Processo de avaliação da aprendizagem em curso de Odontologia. **Revista da ABENO**, v. 4, n. 1, 2003.

Mckee, E. *et al.* Effects of a demonstration laboratory on student learning. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, 2007.

Niedderer, H. *et al.* Talking Physics in laboratory contexts - A category bases analysis of videotapes. In: PSILLOS, D.; NIEDDERER, H. (Ed.). **Teaching and Learning in the Science Laboratory**. London: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 31-50.

Oliveira, S. L. *Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas TGI, TCC, monografias, dissertações e teses*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PABMB, XXXVII. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de ensino de Bioquímica e Biologia Molecular - Sbbq e XI Congresso da PABMB. Poster session. Águas de Lindóia, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://www.sbbq.org.br/v2/index.php?option=com_content&task=view&id=565>

Pich-Otero, A. *et al.* Laboratory practical work as a technological process. **Biochemical Education**, v. 26, n. 4, p. 281-285, OCT 1998 1998.

Pimentel, A. A teoria da aprendizagem experiencial como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional. **Estudos de Psicologia**, v. 12, n. 2, 2007.

Potgieter, M.; Harding, A.; Engelbrecht, J. Transfer of algebraic and graphical thinking between mathematics and chemistry. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 2, p. 197-218, fev 2008.

Primi, R. *et al.* Competências e Habilidades Cognitivas: Diferentes definições dos

mesmos construtos. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 17, n. 2, 2001.

Reid, N.; Shah, I. The role of laboratory work in university chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 2, p. 172-185, abril 2007.

RBEBBM - REVISTA BRASILEIRA DO ENSINO DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR. Disponível em: <<http://www.bdc.ib.unicamp.br/rbebbm/> 2009>.

Rossi-Rodrigues, B. C; Oliveira, E. A.; Galembeck, E. Buffering-Systems: A theoretical and practical didatic approach. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 1059-1063, 2009.

Ruiz, J. A. *Metodologia Científica*: Guia para eficiência nos estudos. 1. ed.: Atlas, 1976.

Russ-Eft, D.; Preskill, H. *Evaluation en Organizations*. A Systematic Approach to Enhancing Learning, Performance, and change. Massachusetts: Perseus, 2001.

Schwarz, C.; White, B. Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. **Cognition and Instruction**, v. 23, n. 2, p. 165-205, 2005.

Seethamraju, R.; Borman, M. Influence of group formation choices on academic performance. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 34, n. 1, 2009.

Senai. *Diretrizes de planejamento, ensino e avaliação do rendimento escolar*. São Paulo, 1989.

Silva, I. F.; Batista, N. A. O ensino de bioquímica e a participação discente na pesquisa: a perspectiva docente. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 1, 2004.

Spss. Statistics Package for Social Science. Versão 16.0. Chicago, IL2007.

Teixeira, G. Avaliação de trabalhos/Projetos de Grupo In: Métodos Grupais. 2005. Disponível em: <<http://www.serprofessoruniversitario.pro.br/ler.php?modulo=15&texto=906>> Acesso em 3 agosto 2009.

Vieira, L. Q. *et al.* Teaching Biochemistry: a practical approach. **Revista Brasileira do Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**. v. 01, 2001.

Voet, J. *et al.* Recommended curriculum for a program in biochemistry and molecular biology. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 31, n. 3, p. 161-162, maio-junho 2003.

White, B.; Frederiksen, J. Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. **Cognition and Instruction**, v. 16, n. 1, p. 3-118, 1998.

Yokaichiya, D. K. **Estruturação e Avaliação de uma Disciplina de Bioquímica a Distância baseada no modelo de Aprendizagem Colaborativa**. 2005. (doutorado) - UNICAMP, Campinas, 2005.

8 APENDICE

Apêndice I. Publicações e Comunicações em Congressos

ROSSI-RODRIGUES, B. C.; OLIVEIRA, E.A; GALEMBECK, E. Buffering-Systems: A theoretical and practical didatic approach. *Química Nova*. v.32, n. 4, 1059-1063, 2009

ROSSI-RODRIGUES, B.C.; OLIVEIRA, E.A; GALEMBECK, E. A Didatic Experience In Biochemistry Labworks: Theoretical versus Experimental Model. *In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular* (2008).

ROSSI, B.C.; GALEMBECK, E. The role of laboratory-based exercises in the theoretical concepts learning. *In: XXXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular* (2007).

Apêndice II. Roteiro da Atividade Introdutória – Metodologia de Pesquisa Científica.

ATIVIDADE PRÁTICA INTRODUTÓRIA

O objetivo dessa atividade é buscar a solução para o problema proposto através da Metodologia de Pesquisa Científica.

Problema:

Cada caixa e cada saco contêm três objetos desconhecidos.

Abaixo insira as dicas disponibilizadas pelo professor.

Dicas sobre os objetos:

(Aqui são inseridas as dicas de acordo com os objetos escolhidos)

Pergunta: O que são cada um dos três objetos presentes na caixa ou no saco plástico?

Nas bancadas estão distribuídas 6 caixas e 6 sacos plásticos contendo 3 objetos cada. Cada aluno (INDIVIDUALMENTE) deverá desenvolver uma forma de solucionar o problema dado de acordo com as instruções:

A partir do problema e da pergunta, formular:

- Hipótese(s): suposição testável que pode ser a solução do problema, uma expectativa do que poderia ser encontrado de acordo com as informações dadas sobre o problema (dicas sobre os objetos);
- Planejamento: Estabelecer um método viável para obtenção de informações sobre os objetos (sem tocar na caixa ou no saco plástico);
Métodos que não poderão ser usados:
 - Abrir a caixa e/ou o saco
 - Olhar dentro da caixa
 - Qualquer método que venha a danificar a caixa e o saco.
- Observação: Executar o que foi planejado e registrar as informações. (durante 3 minutos);
- Análise e Interpretação: Discutir os dados coletados e propor uma resposta à pergunta, concluindo a “pesquisa”, refutando ou comprovando a hipótese.

Após desenvolverem as Hipóteses e o Planejamento, cada aluno executará o que foi planejado, podendo permanecer durante 3 minutos numa caixa e 3 minutos num saco.

Caixa/Saco plástico nº: _____

No verso dessa folha você deve:

- 1) Apresentar suas hipóteses:
- 2) Descrever o planejamento:
- 3) Relatar suas observações:
- 4) Análise e Interpretação:

Apêndice III. Roteiro da Atividade prática de Sistemas -Tampão.

ATIVIDADE PRÁTICA – SISTEMAS TAMPÃO

A atividade será composta duas aulas práticas. A finalidade da aula é resolver o problema proposto, testando as hipóteses e justificando a resposta.

Antes de iniciar qualquer atividade, leia esse roteiro até o final.

Grupo 1

1. Problema: Dado 500 mL uma solução-tampão formada de $\text{NaH}_2\text{PO}_4(\text{aq})$ 0,100 M e $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ 0,100 M. Nas aulas práticas dos anos anteriores, os alunos observaram diferença entre o resultado de uma Titulação desse tampão simulada no computador e a respectiva Titulação feita em laboratório. Eles concluíram que essa discrepância estaria relacionada ao procedimento experimental no laboratório.

2. Pergunta: Que fatores podem estar ocasionando a diferença entre o resultado da simulação da Titulação e a respectiva Titulação em laboratório?

3. Objetivo: Realizar uma simulação e a respectiva Titulação em laboratório; Observar o processo experimental e, havendo discrepâncias entre os resultados das Titulações, apontar as causas.

4. Hipóteses:

Os alunos sugeriram que

- As discrepâncias estão associadas a erros dos executores.
- As discrepâncias estão associadas a erros dos equipamentos.
- As discrepâncias estão associadas a propriedades inesperadas das substâncias trabalhadas.
- As discrepâncias estão associadas a outros fatores.
- Não há fatores experimentais que causam discrepâncias.

5. Embasamento Teórico: ESTUDO DIRIGIDO (ED) – (INDIVIDUAL) ENTREGAR ESSAS QUESTÕES NA PRÓXIMA AULA PRÁTICA

- a) Escreva a equação de todas as etapas de ionização do H_3PO_4 em água.
- b) Escreva a equação da constante de equilíbrio para cada uma das ionizações do ácido em água.
- c) Escreva a equação de Henderson-Hasselbalch para o tampão em questão e diga qual o valor de pK_a que deverá ser utilizado.
- d) Mostre os cálculos necessários para preparar o tampão a partir das soluções estoque fornecidas.
- e) Calcule o pH teórico da solução tampão.
- f) Qual será o valor do pH teórico resultante da adição de 0,8 mL de NaOH 1 M em 15 mL de tampão?
- g) Qual será o valor do pH teórico resultante da adição de 0,8 mL de HCl 1 M em 20 mL de tampão?
- h) Descreva resumidamente o procedimento experimental e a função da técnica de Titulação em análises de tampões.
- i) Explique resumidamente o procedimento para cálculo do número total de mols de base na solução tampão já titulada.

6. Planejamento da Atividade prática de Sistemas-Tampão:

1º dia: Simular uma Titulação no computador com o tampão proposto no problema; entregar o Estudo Dirigido e fazer o Planejamento Experimental, conforme o item abaixo.

• 2º dia: Executar a Titulação no laboratório de aula prática

GUIA PARA PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

No Planejamento Experimental cada grupo planejará a aula seguinte, o qual deve conter:

1. Procedimentos: descrição resumida do que será feito e preparado e os cálculos das diluições.

2. Materiais necessários: Liste os equipamentos e vidraria necessários para realizar a titulação da solução-tampão fornecida. O grupo terá disponível os itens no armário da bancada. Os materiais necessários que não constam no armário deverão ser requisitados nesse item, como “materiais requisitados”.

3. Soluções requisitadas: listar as soluções estoque que o grupo necessitará e o volume das mesmas. Faça os cálculos das diluições que serão feitas.

4. Distribuição de tarefas: Pensar na execução da aula anterior, delimitando as tarefas de cada um do grupo. Não é necessário especificar nomes.

Lembrem-se que será fornecido somente o que vocês requisitarem!

7. Métodos:

- Simulação da Titulação no computador;
- Titulação;
- Observação do processo experimental;

GUIA PARA SIMULAÇÃO DA TITULAÇÃO NO COMPUTADOR

Numa planilha, tipo Excel, Open Office, simule uma titulação da solução-tampão do ED:

- Calcule os valores teóricos de pH a cada adição de ácido e de base à solução tampão preparado (definir o volume de tampão titulado e concentração dos titulantes (ácido e base) que serão utilizados).
- Confeccione um único gráfico de pH em função do número totais de mols de OH (n OH), para isso, converta os mols de NaOH e de HCl em equivalentes de OH.
- A planilha está disponível no Teleduc com as instruções de preenchimento em comentários nas células. Para os valores de pH, utilizar apenas uma casa depois da vírgula.

Soluções disponíveis para o experimento:

- Soluções estoque: NaOH □ 5 M;
- Solução estoque de HCl 5 M;
- Solução estoque de NaH₂PO₄ 1 M;
- Solução estoque de Na₂HPO₄ 1 M;

Dado:

Ácido	Ka ₁	pKa ₁	Ka ₂	pKa ₂	Ka ₃	pKa ₃
Ácido fosfórico H ₃ PO ₄	7,6 x 10 ⁻³	2,12	6,2x10 ⁻⁸	7,21	2,1x10 ⁻¹³	12,68

GUIA PARA EXECUÇÃO DA TITULAÇÃO (2º dia)

A parte experimental deverá ser realizada a partir dos cálculos preparados no estudo dirigido.

a) Calibrar o phmetro.

b) Preparar a solução tampão mencionada no estudo dirigido a partir das mesmas soluções estoque fornecidas.

- c) Com o uso de um pHmetro, faça a leitura do pH da solução e compare com o valor teórico. Se necessário, ajuste o pH para o valor esperado de acordo com os cálculos.
- d) Com o uso de um pHmetro, faça a leitura do pH da solução tampão após a adição de 0,8 mL de NaOH 1 M em 15 mL de tampão? Compare esse valor com o valor teórico.
- e) Com o uso de um pHmetro, faça a leitura do pH da solução tampão após a adição 0,8 mL de HCl 1 M em 20 mL de tampão? Compare esse valor com o valor teórico.
- f) Titule a solução tampão, utilizando os mesmos volumes e concentração de tampão, ácido e base utilizados na simulação. Insira os dados na planilha e compare os pHs teóricos e experimentais.
- g) Realizar as medidas em triplicata.

GUIA PARA OBSERVAÇÃO DO PROCESSO EXPERIMENTAL (2º dia)

Observe toda a experimentação do segundo dia. Tenha sempre em mente as hipóteses. Atente para fatores como erros experimentais, comportamento inesperado de substâncias, manipulação de equipamentos, ou seja, para o processo experimental que poderá interferir no resultado.

7. Observações:

Caderno: Anote os dados experimentais, o planejamento e todas as observações do processo experimental que achar pertinente para a realização de toda a atividade e confecção do relatório.

Relatório: Apresente um relatório segundo as instruções do Guia de Laboratório

Sobre os Materiais e Métodos:

- o Apontar e descrever os métodos e procedimentos utilizados para a resolução do problema, incluindo os cálculos e materiais utilizados. Cuidado para não colocar resultados nessa parte.

Sobre os Resultados e Discussão:

- o Apresentar os resultados referentes aos dados coletados de cada método.
- i. Apresentar os dados referentes aos valores de pH teórico (da simulação) e pH experimental em forma de tabela.
- ii. Calcular a média dos resultados experimentais.
- iii. Apresentar um único gráfico com os resultados teóricos e experimentais.
- iv. Apontar as observações do processo experimental
- o Discuta baseado nos resultados e na literatura os seguintes pontos:
 - i. Discutir as hipóteses, confirmando-as ou negando-as. Justifique.
 - ii. Discuta as possíveis causas de discrepâncias entre o resultado esperado e o alcançado.

Apêndice IV. Roteiro da Atividade prática de Aminoácidos e Proteínas.

ATIVIDADE PRÁTICA – AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS

A atividade será composta de três aulas, uma para planejamento e duas para execução de experimentos.

Problema: Cada grupo receberá quatro amostras desconhecidas, podendo conter aminoácidos e proteínas puros ou misturados e uma suspensão de metionina.

Perguntas:

- Quais amostras contêm apenas um aminoácido (aminoácido puro)?
- Qual(is) amostra(s) contêm apenas proteína(s)?
- Quais amostras contêm misturas?
- Quais os componentes das misturas?
- Qual a concentração de proteínas nas amostras que contêm proteínas?
- Qual o peso molecular das proteínas encontradas (ou frações)?
- Se alguma amostra tiver apenas um aminoácido, determine: a) quantos pKas possui o aminoácido da amostra escolhida; b) quais os seus valores; e c) quais aminoácidos poderiam ser o aminoácido encontrado na mostra.

Objetivo: Desenvolver um planejamento estratégico experimental para responder às perguntas e obter o maior número possível de informações sobre amostras desconhecidas.

Hipóteses:

- As amostras contêm somente proteína
- As amostras contêm somente aminoácidos
- As amostras contêm somente proteína e aminoácidos
- As amostras não contêm nenhum dos dois

Embasamento teórico: ESTUDO DIRIGIDO (ED)

- a) Escolha um aminoácido com três pKas. Desenhe suas estruturas nos seus diferentes estados de ionização e indique quais formas aparecem em cada um dos pKas e no pl.
- b) Quais os estados de ionização predominantes do aminoácido citado na questão anterior em pH 1 e 13, respectivamente?
- c) O que determina a polaridade de um aminoácido? Liste os aminoácidos polares e os apolares.
- d) Descreva resumidamente o procedimento experimental e a função das seguintes técnicas: Dosagem de proteínas pelo método de Bradford, Cromatografia em papel e Eletroforese em gel de poliacrilamida, indicando suas finalidades no estudo de aminoácidos e proteínas.
- e) Como a polaridade de um aminoácido pode influenciar na corrida da Cromatografia em Papel?

Planejamento:

- Elaborar uma estratégia com as técnicas disponíveis para responder as perguntas e apresentá-la (no caderno) em forma de fluxograma explicativo. O fluxograma deverá ser organizado enfatizando a sequência das técnicas a serem realizadas no laboratório e os dias que as mesmas serão desenvolvidas. Exemplo de fluxograma:

Técnicas disponíveis:

- a) Dosagem de proteínas pelo método de Bradford (MICROMÉTODO);

As soluções de Comassie Blue G-250 e BSA (1mg/mL) serão fornecidas prontas.

b) Cromatografia em papel;

Todas as soluções necessárias também serão fornecidas prontas.

c) Eletroforese em gel de poliacrilamida;

Cada grupo terá disponível 2 pocinhos para aplicação do gel. Todos os grupos deverão fazer o gel no 2º dia de Execução, para economia de material.

d) Titulação;

• Listar no caderno os materiais e soluções a serem utilizados por técnica por dia de execução. Listar apenas o que não estiver disponível no armário embaixo da bancada. Através desse item serão disponibilizados os materiais e soluções (colocar somente molaridade das soluções, não precisa colocar volume) para serem utilizados no laboratório por grupo, portanto, façam bem feito. Não precisa listar os materiais e soluções para Eletroforese, pois o gel será disponibilizado pronto para aplicação das amostras.

Lembre-se, o planejamento será o seu roteiro para realização das próximas aulas. Um planejamento bem feito é o responsável por grande parte do sucesso da experimentação!

Soluções fornecidas:

- BSA 1mg/mL
- NaCl 5M (verificar se será 5 ou 1M)
- NaOH 5M (verificar se será 5 ou 1M)
- Comassie Blue G-250

Relatório: Apresente um relatório segundo as instruções do Guia de Laboratório e os tópicos abaixo.

Sobre os Materiais e Métodos:

• Apontar e justificar a estratégia determinada (fluxograma); descrever os materiais e métodos utilizados, incluindo os cálculos e materiais utilizados. Descrever materiais e métodos não é copiar roteiros, mas sim, descrever as técnicas com os materiais utilizados de forma simplificada, desde que seja indicada a referência de onde encontrá-la, mesmo que seja no guia de laboratório. Cuidado para não colocar resultados nessa parte.

Sobre os Resultados e Discussão:

- o Apresentar os resultados referentes aos dados coletados de cada método.
- o Discuta baseado nos resultados e na literatura os seguintes pontos:
 - i. Discutir as hipóteses, confirmando-as ou negando-as. Justifique.
 - ii. O planejamento estratégico possibilitou a obtenção dos dados necessários para a resolução da problemática? Houve modificação do planejamento ao longo da atividade?
 - iii. Com a os dados e com o aporte da literatura, foi possível obter outras informações sobre as amostras, além das apontadas na problemática?

Apêndice V. Roteiro da Atividade prática de Enzimas.

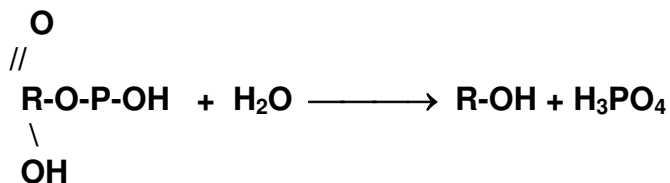
ATIVIDADE PRÁTICA – ENZIMAS

A atividade será composta de três aulas, uma para planejamento e duas para execução de experimentos. Leia todo o roteiro antes de iniciar as atividades.

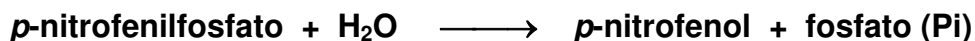
Problema:

As enzimas são catalisadores biológicos que aceleram as reações bioquímicas dos sistemas vivos. Elas são as responsáveis diretas pelo conjunto de reações químicas que mantêm o metabolismo celular. Para isso, devem ser altamente específicas e ocorrerem em velocidades adequadas à fisiologia celular.

Batata e levedura produzem, entre outras enzimas, fosfatases. As fosfatases são enzimas largamente distribuídas na natureza, podendo ser encontradas em animais, plantas, bactérias, fungos e leveduras. Nos mamíferos, elas são encontradas na próstata, mucosa intestinal, rim, sangue, leite, ossos, etc. Elas catalisam a hidrólise do monoéster do ácido fosfórico, produzindo um álcool e o ácido fosfórico:



Para a determinação da atividade enzimática pode ser utilizado um substrato sintético, o p-nitrofenilfosfato (pNPP), disponível para a aula prática. A fosfatase ácida é capaz de atuar neste composto, catalisando a seguinte reação:



O p-nitrofenol (pNP), em meio alcalino, absorve intensamente em 405 nm ($E_{\text{pnp}}=18.000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$), propriedade que pode utilizada para quantificar a atividade da enzima. A adição de NaOH confere cor amarela à solução, a qual será absorvida em 405 nm.

A maioria dos organismos produz os mesmos tipos de enzimas, de acordo com suas necessidades metabólicas, mas elas podem possuir características diferentes. Sendo a fosfatase de batata e de leveduras produzida por organismos diferentes, podem não apresentar a mesma eficiência catalítica, a qual é expressa por uma constante de afinidade.

Pergunta: Existe diferença de afinidade entre a fosfatase da batata e da levedura?

Objetivo: Desenvolver um planejamento experimental estratégico e investigar se existe diferença de afinidade entre as fosfatases de batata e de leveduras.

Hipóteses: Cada grupo deverá desenvolver suas hipóteses

Embasamento teórico:

- Qual o conceito de $V_{\text{máx}}$ de reação de uma enzima? Como é possível determiná-la experimentalmente? (explicar até o gráfico do duplo-recíproco)
- Explique K_m . Como é possível determiná-lo experimentalmente?
- O que é eficiência de uma enzima? Como determiná-la numericamente?
- O que é curva padrão e para que serve?
- Explique a reação catalisada pela fosfatase, tendo pNPP como substrato.
- Explique o procedimento experimental para determinar a atividade enzimática em função da concentração de enzima.
- Explique o procedimento experimental para determinar a atividade enzimática em função da concentração de substrato

Planejamento:

1ª. Aula: Aula de Planejamento

- Elaborar uma estratégia experimental para chegar à afinidade da fosfatase da batata e da levedura pelo substrato em questão (pNPP):
 - Elabore uma sequência de experimentos lógica de cálculos necessários para chegar à afinidade da fosfatase. Mostre em forma de fluxograma.
- Listar os materiais e soluções necessárias para os experimentos.

2ª e 3ª Aula: Execução de Experimentos:

- Extrair fosfatase de batata e leveduras e realizar os ensaios enzimáticos de acordo com o planejado na Aula de Planejamento.

Materiais e Métodos: Determinados pelos alunos a partir dos roteiros disponíveis em anexo.

CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

- As enzimas, de modo geral, devem ser mantidas em BAIXA TEMPERATURA, pois frequentemente perdem a atividade com o calor. Assim, deixá-las sempre no gelo.
- NÃO se deve agitar vigorosamente uma solução de enzima mesmo para o início de um ensaio enzimático, pois isso provoca desnaturação (espuma).
- Ensaio enzimáticos devem ser feitos sistematicamente com CONTROLES adequados (BRANCOS) para evitar erro na avaliação da atividade enzimática. Um branco é feito com todos os componentes da reação, exceto enzima.
- Preparação de ou triplicata é sempre aconselhável.
- Para todo ensaio, colocar todos os componentes da reação em todos os tubos, deixando por último a enzima.

ANEXO

ROTEIRO PARA EXTRAÇÃO DE FOSFATASE DE BATATA E LEVEDURA

(A) EXTRAÇÃO DA FOSFATASE DE LEVEDURA

Pesar levedura de padeiro e, após colocar em um becker, adicionar quatro vezes o volume em massa de tampão acetato 0,1 M, pH 5,0 (exemplo: 10g de levedura de padeiro + 40ml de tampão). Homogeneizar a solução com um bastão de vidro, lisar as

células e centrifugar a 3.000xg por 5 min, à 4°C. Selecionar o sobrenadante e centrifugar a 10.000xg por 20 min, à 4°C. O sobrenadante resultante será utilizado como extrato enzimático (fosfatase) e deverá ser mantido em gelo.

(B) EXTRAÇÃO DA FOSFATASE DE BATATA

Descascar e pesar o tubérculo de batata e, após colocar em um extrator, adicionar quatro vezes o volume em massa de tampão acetato 0,1 M, pH 5,0 (exemplo: 10g batata + 40 ml tampão).

Homogeneizar a solução por 30 segundos e preparar o extrato enzimático pelo processo de centrifugações semelhante ao utilizado para a preparação da fosfatase de levedura.

ROTEIRO PARA OS ENSAIOS ENZIMÁTICOS DE FOSFATASE UTILIZANDO pNPP COMO SUBSTRATO

Todo ensaio enzimático ou todo experimento de reação enzimática, deve ser feito com enzima, substrato e um tampão para manter o pH constante. O volume final deve ser constante, sendo assim, completa-se com água.

CURVA PADRÃO DE pNP:

a) Em eppendorfs, fazer 6 diluições 1:1 de pNP a partir da solução de pNP 0,125M, nas concentrações indicadas abaixo. O volume final de tampão + pNP deverá ser de 1mL. Após realizar as diluições, adicionar 100µL de NaOH e fazer a leitura a 405 nm. Realizar o ensaio em triplicata.

eppendorf	Tampão acetato 0.05M pH 5.0 (µL)	pNP mM (µL)	A ₄₀₅
1			
2			
3			
4			
5			
6			

CINÉTICA ENZIMÁTICA:

Para iniciar o estudo da atividade enzimática de um extrato, é necessário, primeiramente, verificar qual concentração (ou volume) do extrato apresenta boa atividade. Com o volume estabelecido, serão realizados os próximos experimentos.

Para isso, deve-se realizar vários ensaios com volumes variados de enzima, fixando todas as outras variáveis. A quantidade de substrato deve ser pequena.

Procedimentos:

Preparar os eppendorfs seguindo a tabela (volume total de 1mL):

Tubo	Tampão acetato 0.05M pH 5.0 (µL)	pNPP 20mM (µL)	Fosfatase (µL)	Água (µL)	A ₄₀₅	Velocidade (mM/min)
1	100	50	-	850		
2	100	50	10	840		
3	100	50	20	830		

4	100	50	50	800		
5	100	50	70	780		
6	100	50	150	700		

Cronometrar o tempo iniciando a reação com a adição de enzima;
 Incubar os tubos por cerca de 15 minutos à temperatura 37°. C (padronizar o tempo para os demais experimentos);
 Paralizar a reação com 100µL de NaOH 1M
 Colocar 200 µL do conteúdo de cada eppendorf no pocinho da placa de 96 wells (fazer triplicata);
 Fazer a leitura a 405nm;
 Definir a concentração adequada de enzima e o tempo de reação para os experimentos posteriores .

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO SUBSTRATO:

Para determinar a atividade enzimática em função da concentração de substrato, é necessário realizar vários ensaios com diferentes concentrações de substrato, fixando todos os outros parâmetros e utilizando o volume de extrato já determinado.

Procedimentos:

Preparar os eppendorfs seguindo a tabela (volume total de 1mL). Utilizar o volume adequado de extrato enzimático (fosfatase), estipulado no experimento anterior:

Tubo	Tampão acetato 0.05M pH 5.0 (µL)	pNPP 20mM (µL)	Fosfatase (µL)	Água (µL)	A ₄₀₅	Velocidade (mM/min)
1	100	-		850		
2	100	10		840		
3	100	20		830		
4	100	50		800		
5	100	70		780		
6	100	150		700		

Cronometrar o tempo iniciando a reação com a adição de enzima;
 Incubar os tubos à temperatura 37°. C pelo tempo pré-determinado;
 Paralizar a reação com 100µL de NaOH 1M;
 Colocar 200 µL do conteúdo de cada eppendorf no pocinho da placa de 96 wells (fazer triplicata);
 Fazer a leitura a 405nm.

Apêndice VI. Planilha de coleta de dados do Planejamento.

A. Planilha de organização dos materiais requisitados no planejamento e na execução das práticas. Nessa planilha são anotados os materiais requisitados para posterior atribuição de nota.

BB280 - 2009		DIURNO ()		
Aula Prática –		NOTURNO ()		
Atividade: _____				
	Materiais pedidos no planejamento		Materiais pedidos durante a aula de execução dos experimentos	
	MATERIAIS	SOLUÇÕES	MATERIAIS	SOLUÇÕES
G1				
G2				
G3				

B. Planilha de avaliação do planejamento da Atividade 1 – Sistemas Tampão. A partir da lista de materiais e soluções essenciais determinada previamente pelo professor, foram anotados os materiais e soluções requisitados durante a aula de execução da experimentação, representados pelo número 1 em cada grupo. A porcentagem de material requisitado na execução foi feita pela soma dos materiais e soluções requisitados dividido pelo número total dos mesmos. No caso do grupo 1 por exemplo: (4/9). A nota do planejamento será (1-% mat. requisitado).

At1 - Sist Tampão	Diurno						Noturno					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Materiais essenciais												
1. phmetro												
2. suporte bureta	1							1				
3. bureta												
4. balão							1					
5. becker	1	1	1				1		1	1		
Soluções essenciais												
6. NaOH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
7. HCl	1	1	1	1		1	1		1	1		1
8. base conjugada			1		1		1	1		1		
9. ácido conjugada			1		1	1	1	1		1		
% de material requisitado na execução	0.44	0.33	0.56	0.22	0.33	0.33	0.67	0.44	0.33	0.56	0.00	0.22
1 - % mat. requisit. na execução	0.56	0.67	0.44	0.78	0.67	0.67	0.33	0.56	0.67	0.44	1.00	0.78
Nota 0 a 10	5.56	6.67	4.44	7.78	6.67	6.67	3.33	5.56	6.67	4.44	10.00	7.78

C. Planilha de avaliação do planejamento da Atividade 2 – Aminoácidos e Proteínas. A partir da lista de materiais e soluções essenciais determinada previamente pelo professor, foram anotados os materiais e soluções requisitados durante as aulas de execução da experimentação (aulas 2 e 3), representados pelo número 1 em cada grupo. A porcentagem de material requisitado na execução foi feita pela soma dos materiais e soluções requisitados dividido pelo número total dos mesmos. No caso do grupo 1 da Aula 2, por exemplo: (4/11). A nota do planejamento de cada aula será (1-% mat. requisitado). A nota final da atividade será a média das aulas 2 e 3.

At2 - AA e prot - Aula 2												
	Diurno						Noturno					
Materiais essenciais	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G1	G2	G3	G4	G5	G6
1. papel cromatografico	1				1							
2. secador	1											
3. capilar	1											
4. tubo de ensaio	1											
5. eppendorf			1		1	1	1					
6. pipeta												
7. placa									1			
Soluções essenciais												
8. NaOH												
9. BSA												
10. Bradford												
11. n-butanol, acetona...												
% de material requisitado na execução	0.36	0.00	0.09	0.00	0.18	0.09	0.09	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
1 - % mat. requisit. na execução	0.64	1.00	0.91	1.00	0.82	0.91	0.91	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00
Nota 0 a 10	6.36	10.00	9.09	10.00	8.18	9.09	9.09	10.00	9.09	10.00	10.00	10.00

At2 - AA e prot - Aula 3												
	Diurno						Noturno					
Materiais essenciais	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G1	G2	G3	G4	G5	G6
1. papel cromatografico				1			1					
2. secador												
3. capilar												
4. tubo de ensaio				1			1					
5. eppendorf												
6. pipeta												
7. placa												
Soluções essenciais												
8. NaOH												
9. BSA												
10. Bradford												
11. n-butanol, acetona...												
% de material requisitado na execução	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 - % mat. requisit. na execução	1.00	1.00	1.00	0.82	1.00	1.00	0.82	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nota 0 a 10	10.00	10.00	10.00	8.18	10.00	10.00	8.18	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

Médias das notas 0 a 10 – aulas 2 e 3	Diurno						Noturno					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Nota final At 2 AA e Prot.	8.18	10.00	9.55	9.09	9.09	9.55	8.64	10.00	9.55	10.00	10.00	10.00

D. Planilha de avaliação do planejamento da Atividade 3 – Enzimas. A partir da lista de materiais e soluções essenciais determinada previamente pelo professor, foram anotados os materiais e soluções requisitados durante as aulas de execução da experimentação (aulas 2 e 3), representados pelo número 1 em cada grupo. A porcentagem de material requisitado na execução foi feita pela soma dos materiais e soluções requisitados dividido pelo número total dos mesmos. No caso do grupo 1 da Aula 2, por exemplo: (2/8). A nota do planejamento de cada aula será (1-% mat. requisitado). A nota final da atividade será a média das aulas 2 e 3.

At 3 - Enzimas -Aula 2												
Materiais essenciais	Diurno						Noturno					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G1	G2	G3	G4	G5	G6
1. placa												
2. eppendorf				1		1						
3. pipeta												
4. batata/lev												
Soluções essenciais												
5. NaOH							1				1	
6. tpão acetato	1	1				1	1				1	
7. PNP	1						1	1	1		1	
8. PNPP							1		1		1	
% de material requisitado na execução	0.25	0.13	0.00	0.13	0.00	0.25	0.50	0.13	0.25	0.00	0.50	0.00
1 - % mat. requisit. na execução	0.75	0.88	1.00	0.88	1.00	0.75	0.50	0.88	0.75	1.00	0.50	1.00
Nota 0 a 10	7.50	8.75	10.00	8.75	10.00	7.50	5.00	8.75	7.50	10.00	5.00	10.00

At 3 - Enzimas -Aula 3 Materiais essenciais	Diurno						Noturno					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G1	G2	G3	G4	G5	G6
1. placa	1		1		1	1				1		
2. eppendorf												
3. pipeta												
4. batata/lev												
Soluções essenciais												
5. NaOH	1				1						1	
6. tpão acetato	1		1		1						1	
7. PNp	1				1	1					1	1
8. PNPP	1				1						1	1
% de material requisitado na execução	0.63	0.00	0.25	0.00	0.63	0.25	0.00	0.00	0.00	0.13	0.50	0.25
1 - % mat. requisit. na execução	0.38	1.00	0.75	1.00	0.38	0.75	1.00	1.00	1.00	0.88	0.50	0.75
Nota 0 a 10	3.75	10.00	7.50	10.00	3.75	7.50	10.00	10.00	10.00	8.75	5.00	7.50

Médias das notas 0 a 10 – aulas 2 e 3	Diurno						Noturno					
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Nota final da At 3 - Enzimas	5.63	9.38	8.75	9.38	6.88	7.50	7.50	9.38	8.75	9.38	5.00	8.75

Apêndice VII. Roteiro de observação da execução da prática para análise do Envolvimento Laboratorial.

A. Roteiro de Observação da Instrumentação da Atividade 1 – Sistemas – Tampão, referente a avaliação da fase de Coleta de dados. Em cada período de observação dos grupos, cada aluno, representado pelos números de 1 a 8, é observado, sendo anotado o nível de ação que ele está realizando, ou seja, o envolvimento do aluno com a prática naquele período.

Roteiro de Observação de Instrumentação - BB280-2008 - EXECUÇÃO DE EXP. - AT. 1 – Sistemas-Tampão																	
GRUPO 3									GRUPO 1								
	Alunos Envolvimento	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
A	Bureta																
	peagâmetro																
B	Balão volumét.																
	Proveta																
	Pipeta graduada																
C	Limpeza																
D	Registro																
E	Outro																
Observações:																	

B. Roteiro de Observação da Instrumentação da Atividade 2 – Aminoácidos e Proteínas, referente a avaliação da fase de Coleta de dados. Em cada período de observação dos grupos, cada aluno, representado pelos números de 1 a 8, é observado, sendo anotado o nível de ação que ele está realizando, ou seja, o envolvimento do aluno com a prática naquele período.

Roteiro de Observação de Instrumentação - BB280-2008 - EXECUÇÃO DE EXP. - AT. 2 – Aminoácidos e Proteínas																	
GRUPO 5									GRUPO 6								
	Alunos Envolvimento	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
A	Pipeta pasteur/capilar																
	Secagem																
	Pipeta automática																
B	Balão volumét.																
	Pipeta graduada																
	balança																
	computador																
C	Limpeza																
D	Registro																
E	Outro																
Observações:																	

C. Roteiro de Observação da Instrumentação da Atividade 3 - Enzimas, referente a avaliação da fase de Coleta de dados. Em cada período de observação dos grupos, cada aluno, representado pelos números de 1 a 8, é observado, sendo anotado o nível de ação que ele está realizando, ou seja, o envolvimento do aluno com a prática naquele período.

Roteiro de Observação de Instrumentação - BB280-2008 - EXECUÇÃO DE EXP. - AT. 3 - Enzimas																	
GRUPO 3										GRUPO 1							
	Alunos Envolvimento	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
A	Espectrofotômetro																
	Centrífuga																
	Pipeta automática																
B	Balão volumét.																
	Pipeta graduada																
	Balança																
	computador																
C	Limpeza																
D	Registro																
E	Outro																
Observações:																	

Apêndice VIII. Tabela de correção do relatório da atividade de Sistemas-Tampão.

Pes o	PARÂMETROS DE CORREÇÃO RELATÓRIO SISTEMAS TAMPÃO							G1		
0.5	RESUMO	introdução: introduzir o tema; apontar os objetivos do trabalho								
		Método: citar os métodos utilizados								
		Resultado: citar os principais resultados e conclusão								
	INTRODUÇÃO	Apresentação do problema: introduzir o tema, pensando nos objetivos e nas hipóteses								
		deixar clara a pergunta do trabalho								
		literatura : utilizar da literatura para elaborar a introdução								
0.5	OBJETIVO	justificativa: justificar o objetivo, desenvolvendo o problema								
		elaboração: descrever a proposta de trabalho já fornecida no roteiro								
		Não inserir métodos, discussão								
	HIPÓTESES	coerência: coerência entre o que foi feito no trabalho e o objetivo								
		coerência obj-hip: coerência entre objetivos e hipóteses								
		elaboração: descrever/elaborar as hipóteses feitas coerentemente com a pergunta.								
1	MATERIAL E MÉTODOS	técnicas								
		fidedignidade: citar todas as técnicas utilizadas								
		(simulação, titulação e								
		observação) materiais: materiais de todas as técnicas utilizadas								
		procedimentos:procedimento de todas as técnicas utilizadas								
		cálculos								
3	RESULTADO	organização								
		organizar de forma clara, apontando as técnicas. Em tópicos. Não é uma redação								
		dados das técnicas								
		titulação								
		simulação								
		observação								
2.5	DISCUSSÃO	tabulação								
		figura e gráfico								
		estatística								
		descrição descrever os resultados								
		simulação								
		descrição								
2	CONCLUSÃO	descrição								
		relacionar, articular, elucidar. Trabalhar os dados em direção da solução do problema. Discutir as hipóteses								
		literatura								
		apoiar a discussão também na literatura								
		ideia geral								
		retomar a ideia geral do trabalho								
0.5	FORMATAÇÃ O	resp perg								
		responder à pergunta do problema								
		hipóteses								
		apontar as hipóteses refutadas e aceitas								
		coerência								
		coerência entre resultados/discussão e conclusão								
Segundo as normas do guia										
Nota do relatório 0 a 10									####	
FORMATAÇÃO									TOTAL L	
A4		MARGEM		JUSTIFI C		TABELA		FIGURA		
(0 A 1)		(0 A 1)		(0 A 1)		leg acima		leg abaixo		
						geral		geral		
(0 A 1)		(0 A 1)		(0 A 1)		(0 A 1)		(0 A 1)		
G1									####	

Apêndice IX. Tabela de correção do relatório da atividade de Aminoácidos e Proteínas.

Peso	Relatório 2 AA e proteínas - APRESENTAÇÃO							G1	
0.5	RESUMO	introdução: introduzir o tema; apontar os objetivos do trabalho							
		Método: citar os métodos utilizados							
		Resultado: citar os principais resultados e conclusão							
	INTRODUÇÃO	Apresentação do problema: introduzir o tema, pensando nos objetivos e nas hipóteses							
		deixar clara a pergunta do trabalho							
		literatura : utilizar da literatura para elaborar a introdução							
justificativa: justificar o objetivo, desenvolvendo o problema									
0.5	OBJETIVO	elaboração: descrever a proposta de trabalho já fornecida no roteiro							
		Não inserir métodos, discussão							
		coerência: coerência entre o que foi feito no trabalho e o objetivo							
	HIPÓTESES	coerência obj-hip: coerência entre objetivos e hipóteses							
elaboração: descrever/elaborar as hipóteses feitas coerentemente com a pergunta.									
1	MATERIAL E MÉTODOS	técnicas		fidedignidade: citar todas as técnicas utilizadas					
		(bradford, cromatograf,		materiais: materiais de todas as técnicas utilizadas					
		eletroforese, titulação)		procedimentos:procedimento de todas as técnicas utilizadas					
		Planejamento Estratégico							
		organização		organizar de forma clara, apontando as técnicas. Em tópicos. Não é uma redação					
3	RESULTADO	dados das técnicas							
				tabulação figura e gráfico					
		Bradford		estatística					
				descrição descrever os resultados					
		Cromatografia		Figuras					
				descrição					
		Eletroforese		tabulação					
				descrição					
		Titulação		tabulação figura e gráfico					
				estatística					
		descrição descrever os resultados							
2.5	DISCUSSÃO	relacionar, articular, elucidar. Trabalhar os dados em direção da solução do problema. Discutir as hipóteses							
		literatura		apoiar a discussão também na literatura					
2	CONCLUSÃO	ideia geral		retomar a ideia geral do trabalho					
		resp perg		responder à pergunta do problema					
		hipóteses		apontar as hipóteses refutadas e aceitas					
		coerência		coerência entre resultados/discussão e conclusão					
0.5	FORMATAÇÃO	Segundo as normas do guia							
10	Nota do relatório 0 a 10							####	
	FORMATAÇÃO								TOTAL
	A4 (0 A 0,1)	MARGEM (0 A 0,1)	JUSTIFIC (0 A 0,1)	TABELA		FIGURA			
				leg acima 0.1	geral 0.25	leg abaixo 0.1	geral 0.25		
G1								####	

Apêndice X. Tabela de correção do relatório da atividade de Enzimas.

Peso	Relatório 3 enzimas - APRESENTAÇÃO								G1			
0.5	RESUMO	introdução: introduzir o tema; apontar os objetivos do trabalho										
		Método: citar os métodos utilizados										
		Resultado: citar os principais resultados e conclusão										
	INTRODUÇÃO	Apresentação do problema: introduzir o tema, pensando nos objetivos e nas hipóteses. deixar clara a pergunta do trabalho										
		literatura : utilizar da literatura para elaborar a introdução										
justificativa: justificar o objetivo, desenvolvendo o problema												
0.5	OBJETIVO	elaboração: descrever a proposta de trabalho já fornecida no roteiro										
		Não inserir métodos, discussão										
		coerência: coerência entre o que foi feito no trabalho e o objetivo										
	HIPÓTESES	coerência obj-hip: coerência entre objetivos e hipóteses										
elaboração: descrever/elaborar as hipóteses feitas coerentemente com a pergunta.												
1	MATERIAL E MÉTODOS	técnicas				materiais: materiais de todas as técnicas utilizadas						
		(extração e ensaios enzimáticos				procedimentos:procedimento de todas as técnicas utilizadas						
						Planejamento Estratégico						
		organização				organizar de forma clara, apontando as técnicas. Em tópicos. Não é uma redação						
3	RESULTADOS	Curva padrão pNP				gráfico						
		Variação da [E]				tabulação						
						escolha do valor						
						descrição						
		Variação da [S]				gráfico						
						descrição						
		graf 1/Vo										
		cte de especificidade da batata e da levedura (cálculos)										
2.5	DISCUSSÃO	relacionar, articular, elucidar. Trabalhar os dados em direção da solução do problema. Discutir as hipóteses. Discutir as ctes de afinidade										
		literatura apoiar a discussão também na literatura										
2	CONCLUSÃO	ideia geral				retomar a ideia geral do trabalho						
		resp perg				responder à pergunta do problema						
		hipóteses				apontar as hipóteses refutadas e aceitas						
		coerência				coerência entre resultados/discussão e conclusão						
0.5	FORMATAÇÃO	Segundo as normas do guia										
10	Nota do relatório 0 a 10											
G1	FORMATAÇÃO								TOTAL			
	A4 (0 A 0,1)	MARGEM (0 A 0,1)	JUSTIFIC (0 A 0,1)	TABELA		FIGURA		leg acima 0.1		geral 0.25	leg abaixo 0.1	geral 0.25

Apêndice XI. Questionário de avaliação da dinâmica do trabalho em grupo.

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DO TRABALHO EM GRUPO

Esse questionário tem o intuito de avaliar a dinâmica de trabalho em grupo durante as aulas práticas. Nessa avaliação, cada integrante do grupo avaliará todos os outros integrantes, segundo os itens abaixo. Não é necessária a identificação dos integrantes.

Para identificação dos integrantes: Você deverá admitir um número para cada integrante do seu grupo. Por exemplo, meu colega “*João*” será o número 1, “*Maria*” será o número 2 e assim, sucessivamente. Os grupos são compostos de, no máximo, 8 alunos, portanto, 7 integrantes, além de você.

Para avaliar cada integrante: A avaliação consiste em avaliar cada integrante segundo os itens discriminados abaixo. Na **Tabela de avaliação**, você deve atribuir as letras A, B, C ou D a cada integrante por item avaliado.

Itens	A	B	C	D
I) Investigação e busca de informação	Busca bastante informação para o trabalho.	Busca parte das informações para o trabalho.	Busca muito pouca informação para o trabalho.	Não busca nenhuma informação para o trabalho.
II) Partilha de informação	Compartilha muita informação com os colegas de grupo.	Compartilha parte das informações importantes com os colegas.	Compartilha pouca informação com os colegas de grupo.	Não compartilha informação com os colegas de grupo.
III) Cumprimento dos prazos	Cumpe todos os prazos.	Cumpe a maioria dos prazos.	Respeita pouco os prazos.	Não cumpre os prazos.
IV) Divisão de tarefas	Cumpe sempre o seu trabalho sem precisar que lhe recordem os seus deveres.	Normalmente, cumpre o seu trabalho – raramente precisa que lhe recordem os seus deveres.	Raramente cumpre o seu trabalho – precisa, frequentemente, que lhe recordem os seus deveres.	Não faz o seu trabalho, tendo os seus colegas que realizar a sua parte.
V) Participação nas discussões	Participa ativamente das discussões sobre o trabalho.	Participa apenas de algumas discussões.	Participa muito pouco das discussões.	Não participa das discussões.

GRUPO: _____

Tabela de avaliação

	INTEGRANTES DO GRUPO						
Itens	1	2	3	4	5	6	7
I							
II							
III							
IV							
V							

Apêndice XII. Questionário de avaliação do grupo pelos orientadores dos projetos.

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO GRUPO PELOS ORIENTADORES DOS PROJETOS

Esse questionário é destinado aos orientadores dos projetos da BB280 – 2008.

Orientador: _____

Projeto: _____

Com relação à autonomia no desenvolvimento dos itens discriminados, assinale o nível de autonomia (Alta, Média, Baixa, Nula) que melhor se enquadra ao seu grupo.

Item I	Alta ()	Média ()	Baixa ()	Nula ()
Desenvolvimento da pergunta	Elaboraram a pergunta inteira sozinhos, sem auxílio do orientador.	Elaboraram a pergunta, mas com um pouco de auxílio do orientador.	Elaboraram a pergunta, mas dependeram de muito auxílio do orientador.	Não foram capazes de elaborar a pergunta.

() O projeto não requeria o desenvolvimento desse item.

Comentários:

Item II	Alta ()	Média ()	Baixa ()	Nula ()
Desenvolvimento das hipóteses	Elaboraram as hipóteses sozinhos, sem auxílio do orientador.	Elaboraram as hipóteses com um pouco de auxílio do orientador.	Elaboraram as hipóteses, mas dependeram de muito auxílio do orientador.	Não foram capazes de elaborar as hipóteses.

() O projeto não requeria o desenvolvimento desse item.

Comentários:

Item II	Alta ()	Média ()	Baixa ()	Nula ()
Desenvolvimento do planejamento	Elaboraram o planejamento experimental sozinhos, sem auxílio do orientador.	Elaboraram o planejamento experimental com um pouco de auxílio do orientador.	Elaboraram o planejamento experimental, mas dependeram de muito auxílio do orientador.	Não foram capazes de elaborar o planejamento experimental.

() O projeto não requeria o desenvolvimento desse item.

Comentários:

Apêndice XIII. Comprovante de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa.

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que o conteúdo de minha dissertação/tese de Mestrado/Doutorado intitulada **SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE AULAS PRÁTICAS DE BIOQUÍMICA SOB UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA**

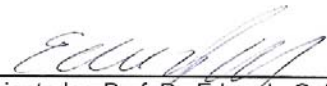
() não se enquadra no § 3º do Artigo 1º da Informação CCPG 01/08, referente a bioética e biossegurança.

(☒) tem autorização da(s) seguinte(s) Comissão(ões) de Bioética ou Biossegurança*:
Comitê de Ética e Pesquisa, sob Protocolo(s) nº 0190.0.146.000-08.

** Caso a Comissão seja externa à UNICAMP, anexar o comprovante de autorização dada ao trabalho. Se a autorização não tiver sido dada diretamente ao trabalho de tese ou dissertação, deverá ser anexado também um comprovante do vínculo do trabalho do aluno com o que constar no documento de autorização apresentado.*



Aluno: Bianca Caroline Rossi Rodrigues

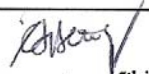


Orientador: Prof. Dr. Eduardo Galembek

Para uso da Comissão ou Comitê pertinente:

☒ Deferido () Indeferido

Nome:
Função:



Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo
Vice-Presidente do
Comitê de Ética em Pesquisa
FCM/UNICAMP
Matrícula: 28856-6

Apêndice XVI. Média das notas dos alunos da BB280-2008 nos diferentes instrumentos de avaliação.

	Estudo Dirigido	Prova	Relatório	Envolvimento Laboratorial	Planejamento
Sistemas-Tampão	8,12	7,25	5,9	5,19	6,26
Aminoácidos e Proteínas	7,39	6,14	7,48	5,07	9,41
Enzimas	7,43	4,83	6,79	6,14	7,46