

Ana Paula Abreu-Fialho

Design **I**nstrucional

&

Ensino e **A**prendizagem de **B**ioquímica a **D**istância

Universidade Federal do Rio de Janeiro

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Design Instrucional e Ensino e Aprendizagem de Bioquímica a Distância

Ana Paula Abreu-Fialho

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação, Gestão e Difusão de Biociências do Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Educação, Gestão e Difusão de Biociências.

Orientadora:

Cristine Costa Barreto

Professora e Pesquisadora – Consórcio Cederj

Co-orientadora:

Andréa T. Da Poian

Prof. Adjunta do Instituto de Bioquímica Médica - UFRJ

Rio de Janeiro

Maio de 2008

Design Instrucional e Ensino e Aprendizagem de Bioquímica a Distância

Ana Paula Abreu-Fialho

Tese de Doutorado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação, Gestão e Difusão de Biotecnologias do Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora em Educação.

Aprovada por:

Mauro Rebelo

Prof. Adjunto do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/ UFRJ

Russolina Benedeta Zingali

Profa. Adjunta do Instituto de Bioquímica Médica/ UFRJ

Sônia Rodrigues

Profa. Visitante do Instituto de Física/ UFF

Débora Foguel

Profa. Adjunta do Depto. de Bioquímica Médica/ UFRJ - Revisora e Suplente

Cristine Costa Barreto

Profa. Fundação Cecierj/ Consórcio CEDERJ - Orientadora

Andréa Thompson Da Poian

Profa. Adjunta do Depto. de Bioquímica Médica/ UFRJ - Co-orientadora

Rio de Janeiro
2008

Abreu-Fialho, Ana Paula.

Design Instrucional e Ensino e Aprendizagem de Bioquímica a Distância/ Ana Paula Abreu-Fialho. - Rio de Janeiro: UFRJ/ IBqM, 2008.

Número de páginas 252 fls.

Tese (doutorado) - UFRJ/ Instituto de Bioquímica Médica/ Programa de Pós-Graduação em Educação, Gestão e Difusão de Biociências, 2008.

Orientadora: Cristine Costa Barreto. Co-orientadora: Andréa T. Da Poian.

1. Design Instrucional. 2. Educação a Distância. 3. Ensino de Bioquímica. 4. Material Impresso para EAD. 5. Consórcio Cederj. I. Barreto, Cristine Costa. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Bioquímica Médica, Programa de Pós-Graduação em Educação Gestão e Difusão de Biociências. III. Título.

Agradecimentos

Difícil colocar em poucas palavras tudo o que gostaria de dizer para cada uma das pessoas, às suas maneiras, foram tão importantes nesses últimos anos... Aqui vai uma tentativa, certamente aquém do que eles merecem!

Começo pelas origens, pela minha mãe que, mesmo sem estar mais por essas terras, conseguiu ser importante a cada dia, toda vez que eu me percebia tomando uma decisão, assumindo uma postura tenaz, reafirmando um pacto de vida com a felicidade; pelo meu irmão, que, na sua medida, esteve ali o tempo todo, suporte educacional, tranqüilidade em pessoa; pelos meus sobrinhos queridos, lindos, sorrisos, leveza.

Sigo pelos amigos, começando pelos do fundão, do meu eterno Laboratório de Artrópodes Hematófagos, onde não estou mais e de onde não vou sair nunca; pelo orientador que não é mais meu e que sempre vai ser, no final das contas – Pedro; e, do Laboratório de Bioquímica de Vírus, pela Andrea, que nunca (nem no mestrado e, muito menos, no meu doutorado) mediu esforços para estar presente, para atender demandas minhas, por mais absurdas que fossem.

Pelos amigos do Cederj, todos da sala, do Setor de Desenvolvimento Instrucional. Pelas minhas “pupilas”, Renata e, especialmente, minha Flavinha, tão disponíveis, solícitas, queridas. Pelo Jorge e Tereza, do Editorial, que quebraram uma floresta de árvores para me ajudar com prazos e problemas.

Continuo pelas amigas, todas, muitas. Pela companhia da Clara, pelo suporte da Cari, pela presença da Rejane, pela constância da Tina, pelo carinho da Kathy. Pela certeza de todas vocês, por todos os dias, por todos os momentos.

Pelo amigo, o maior de todos, o mais presente, o mais companheiro – Flavio. Pelo nossos infinitos papos derivantes, de riso, de coisas sérias, de tudo e de nada. Pelo amor que temos um pelo outro, inesgotável, imutável. Pelo casamento de alma indefinível, pelo sempre.

Por fim, quero falar da minha Cristine. Da minha amada amiga, irmã mais velha, “mãe”, chefe, orientadora de trabalho. Do meu referencial, do meu exemplo de vida. Cris, que me fez ser uma pessoa melhor pelo simples fato de me deixar conviver com ela, com sua competência, com sua generosidade. Cris, minha linda Cris, sem a qual esse caminho todo talvez não desse em lugar algum, ou, pelo menos, não em um lugar que vejo como tão bonito... Cris, minha linda Cris, a quem eu amo incondicionalmente, para sempre, por tudo...

A todos vocês, meu muito obrigada...

*Há pessoas que nascem com sorte na vida.
Uma dessas, também por sorte, sou eu.
Minha sorte está expressa em diversas situações,
experiências vividas... Mas sem dúvida alguma, minha
maior sorte está nas pessoas que tive a chance de conhecer,
com quem me foi dado como presente conviver.
A todos vocês, dedico essa tese.*

RESUMO

Abreu-Fialho, Ana Paula. Design Instrucional e ensino e aprendizagem de Bioquímica a distância. Orientadora: Cristine Costa Barreto. Co-orientadora: Andreia Thompson Da Poian. Rio de Janeiro: UFRJ/ IBqM; Capes, 2008. Tese (Doutorado em Educação, Gestão e Difusão de Biociências).

Educação a Distância (EAD) é uma modalidade de ensino onde os encontros face a face entre professores e alunos são significativamente reduzidos. O Consórcio Cederj oferece cursos de graduação a distância no Rio de Janeiro, incluindo Licenciatura em Ciências Biológicas. A oferta de conteúdo nestes cursos ocorre principalmente via material didático impresso.

Bioquímica 1, parte da grade do curso acima, apresenta conceitos bastante abstratos e multidisciplinares. Por causa dessas características, associadas a um perfil de estudante que, em sua maioria, possui uma formação básica deficitária, Bioquímica 1 tem apresentado altos graus de reprovação e evasão dos alunos. Dentre outras, uma estratégia para modificar este quadro é a reformulação do material. Nesta tese, apresentamos o perfil do aluno do curso de Ciências Biológicas do Cederj, a reformulação do material didático impresso de Bioquímica 1 e a percepção de alunos e tutores do segundo semestre de 2007 a seu respeito.

A reformulação do material foi norteada pelos três alicerces do Design Instrucional, a saber: (1) planejamento, expresso por meio de objetivos precisos e pré-requisitos detalhados, (2) informação clara, em tom de conversa e oferecida por meio de uma arquitetura articulada e (3) atividades que possibilitassem processos mentais variados, acompanhadas de respostas comentadas que justificassem o acerto. Todas as intervenções realizadas no material original foram categorizadas e quantificadas.

Os alunos se mostraram sensíveis aos elementos instrucionais presentes no material reformulado, conforme revelaram em entrevistas telefônicas e questionários impressos. Do ponto de vista dos tutores, o material facilitou a aprendizagem dos alunos.

ABSTRACT

Abreu-Fialho, Ana Paula. Design Instrucional e ensino e aprendizagem de Bioquímica a distância. Orientadora: Cristine Costa Barreto. Co-orientadora: Andreia Thompson Da Poian. Rio de Janeiro: UFRJ/ IBqM; Capes, 2008. Tese (Doutorado em Educação, Gestão e Difusão de Biociências).

Distance Education (DE) is a category of learning that makes possible teaching and learning processes while reducing face-to-face meetings between teachers and students. Cederj offers further education courses, at distance, in the state of Rio de Janeiro. One of the courses offered is Biology, and the content of the course is handed on, specially via printed material.

One of the subjects of the under graduation course in Biology is Biochemistry 1, which presents very abstract and interdisciplinary concepts. This subject has presented, from the beginning of the course, high level rates of failings and drop-outs. One of the strategies to improve this unsatisfactory situation was the reformulation of the educational material. In our thesis, we present the profile of Biology students at Cederj, the reformulation of the printed material of Biochemistry 1 and the perception of students and tutors of the second term of 2007 about this.

The reformulation of the material was oriented by the three pillars of Instructional Design: (1) the planning, expressed by precise lesson purposes and detailed pre-requisites; (2) clear information, exposed as a conversation and through an articulated architecture, and (3) activities that make possible a variety of mental processes, followed by a comment that might justify a correct "answer". All the interventions in the original material were categorized and quantified.

Students were rather responsive to the instructional elements presented by the new material, as printed questionnaires and phone interviews could show. From the tutors' point of view, the new material made it easier for students to learn.

Lista de figuras

Figura 1: Faixa etária dos alunos do Cederj ingressos no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no primeiro semestre de 2007.

Figura 2: Tempo desde a conclusão do Ensino Médio de alunos do Cederj, ingressos na instituição no segundo semestre de 2007.

Figura 3: Contribuição para a renda da família que realizam os alunos do Cederj, ingressos na instituição no segundo semestre de 2007.

Figura 4: Rede de ensino em que concluíram o Ensino Médio os alunos ingressos no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Cederj no segundo semestre de 2007.

Figura 5: Tipo de Ensino Médio cursado pelos alunos inscritos no Cederj no segundo semestre de 2007.

Figura 6: Percentuais de evasão e reprovação na disciplina Bioquímica 1, monitorados ao longo de quatro semestres.

Figura 7: Os três elementos que alicerçam o design instrucional de materiais didáticos impressos para EAD: planejamento, informação e atividades.

Figura 8: Página de rosto da aula 2 do material original, apresentando a redação de seus objetivos.

Figura 9: Página de rosto da aula 2 do material reformulado, apresentando a nova redação de seus objetivos.

Figura 10: Página de rosto da aula 7 do material original, apresentando a redação de seus objetivos.

Figura 11: Página de rosto da aula 7 do material reformulado, apresentando a nova redação de seus objetivos.

Figura 12: Página de rosto da aula 8 do material original, apresentando a redação de seus objetivos, com caráter introdutório.

Figura 13: Página de rosto da aula 8 do material original, apresentando a nova redação de seus objetivos.

Figura 14: Página de rosto da aula 14 do material original, destacando a redação de seus objetivos, imprecisos segundo Rowntree (1994).

Figura 15: Página de rosto da aula 14 do material reformulado, destacando a nova redação de seus objetivos, precisos segundo Rowntree (1994).

Figura 16: Página de rosto da aula 16 do material original, destacando a redação de seus objetivos, imprecisos segundo Rowntree (1994).

Figura 17: Página de rosto da aula 14 do material reformulado, destacando a nova redação de seus objetivos, precisos segundo Rowntree (1994).

Figura 18: Exemplo de pré-requisitos do material original (superior) e o mesmo no material reformulado (inferior).

Figura 19: Exemplo de pré-requisitos gerado a partir de inserção de atividade prática no material reformulado, a qual não figurava o material original.

Figura 20: Exemplo de inserção de clareza retirado da Aula 1.

Figura 21: Exemplo de inserção de clareza retirado da Aula 12.

Figura 22: Exemplo de inserção de clareza retirado da Aula 16.

Figura 23: Exemplo de inserção de precisão, retirado da Aula 16.

Figura 24: Exemplo de inserção de precisão, retirado da Aula 18.

Figura 25: Exemplo de inserção de precisão, retirado da Aula 10.

Figura 26: Estrutura da aula 15, no material reformulado (vol.2, 4ed., p. 87-102).

Figura 27: Estrutura da aula 18, no material reformulado (vol.2, 4ed., p. 147-165).

Figura 28: Exemplos de inserções de coesão entre texto principal e elementos periféricos realizados durante a reformulação do material didático de Bioquímica 1.

Figura 29: Exemplos de inserções de coesão entre conteúdos de aulas diversas, realizados durante a reformulação do material didático de Bioquímica 1.

Figura 30: Exemplos de inserções de coesão voltadas para preencher lacunas e preservar a integridade da informação apresentada.

Figura 31: Exemplos de inserções de desenvolvimento de conteúdo voltadas para a integridade da informação apresentada.

Figura 32: Apresentação de pH no material original.

Figura 33a: Exemplo de uso de caixa de explicação expandida, retirado da aula 5 do material reformulado (vol.1, 5ed., p. 95).

Figura 33b: Exemplo de uso de caixa de explicação expandida, retirado da aula 1 do material reformulado (vol.1, 5ed., p. 17).

Figura 34: Exemplos de usos de caixa de ênfase, para dar destaque a informações do texto principal, sem interferir em sua fluência.

Figura 35: Exemplos de usos de caixa de dicionário, utilizadas para definição de termos do texto principal, de forma que não interferissem na fluência do mesmo.

Figura 36: Exemplo de usos de caixa de informações avulsas ou curiosidades, utilizada para oferecer ao aluno uma curiosidade relacionada ao conteúdo do texto principal.

Figura 37: Exemplos de usos de caixa de conexão com outras mídias, utilizadas para oferecer ao aluno outras fontes de informações correlatas ao conteúdo do texto principal.

Figura 38: Criação de elemento periférico a partir da reorganização da aula 16 do material original.

Figura 39: Criação de elemento imagético com o objetivo de explicar um processo complexo, como é o caso do envelhecimento protéico.

Figura 40: Criação de elemento imagético com o objetivo de possibilitar a “visualização” de um processo que não poderia ser visualizado no real.

Figura 41: Criação de elemento imagético com o objetivo de trazer elemento de humor para o material didático.

Figura 42: Utilização de elemento imagético aplicado em elementos periféricos, com o objetivo de trazer leveza gráfica para o material didático e ilustrar a informação escrita.

Figura 43: Exemplo de atividade escondida no texto, retirado da aula 1 do material reformulado (vol. 1, p. 19).

Figura 44: Exemplo de atividade escondida no texto, retirado da aula 14 do material reformulado (vol. 2, p. 73).

Figura 45: Exemplo de atividade de identificação/ interpretação de conceitos, retirado da aula 14 do material reformulado (vol. 2, p. 172).

Figura 46: Exemplo de atividade de identificação/ interpretação de conceitos, retirado da aula 6 do material reformulado (vol. 2, p. 172).

Figura 47: Exemplo de atividade de aplicação de conceitos, retirado da aula 2 do material reformulado (vol. 2, p. 30-31).

Figura 48: Exemplo de atividade de integração de conceitos, retirado da aula 20 do material reformulado (vol. 2, p. 197-198).

Figura 49: Exemplo de contextualização como estratégia para iniciar uma aula sobre o abstrato conceito de pH.

Figura 50: Exemplo de contextualização utilizada para criar uma atividade com foco no processo experimental de obtenção de conhecimento.

Figura 51: Exemplo de construção textual voltada para a sedução do aluno para o estudo dos conceitos que serão apresentados na sequência.

Figura 52: Exemplo de alerta ao aluno em relação ao grau de dificuldade de uma atividade.

Figura 53: Exemplo de construção textual que sinaliza para o aprendiz que o professor autor é sensível às suas dificuldades.

Figura 54: Exemplo de construção textual que utiliza os elementos periféricos para sanar possíveis deficiências na formação básica dos alunos em química.

Figura 55: Exemplo de Box utilizado para sanar possíveis deficiências na formação básica dos alunos em matemática.

Figura 56: Naturezas e percentuais das intervenções realizadas no material didático de Bioquímica 1 durante sua reformulação.

Figura 57: Comparação entre os tamanhos do texto principal do material original e do material reformulado.

Figura 58: Imagens encontradas no material reformulado.

Figura 59: Tamanho médio das legendas utilizadas para explicação de imagens no material original e no reformulado.

Figura 60: Perfil das atividades oferecidas no material reformulado, segundo as competências cognitivas necessárias para a resolução.

Figura 61: Percentual de atividades de identificação/ interpretação de conceitos no material didático de Bioquímica 1, original e reformulado.

Figura 62: Comparação entre o tamanho dos enunciados das atividades de identificação/ interpretação de conceitos presentes nos materiais original e reformulado de Bioquímica 1.

Figura 63: Distribuição média do texto nas aulas do material reformulado.

Figura 64: Percentual de alunos entrevistados (n=73) que utilizou o material reformulado e, dentre esses, quantos (em porcentagem) detectaram diferenças entre esse e outros materiais e detectaram diferenças entre o material reformulado e o material original.

Figura 65: Grau de contribuição para a aprendizagem dos alunos dos diversos elementos do projeto instrucional, utilizados na reformulação do material didático da disciplina Bioquímica 1.

Figura 66: Percepção dos alunos em relação aos objetivos e sua relação com as atividades (n=73).

Figura 67: Opinião dos alunos (n=73) sobre as atividades do material reformulado em comparação com outros materiais de outras disciplinas e com o material original de Bioquímica 1, ao qual eles tinham acesso, a partir da aula 20.

Figura 68: Percepção dos alunos a respeito da importância para a aprendizagem do posicionamento das atividades nas aulas e das respostas comentadas, disponibilizadas abaixo de cada atividade.

Figura 69: Contribuição, para aprendizagem de Bioquímica 1, da disciplina Elementos de Química Geral e das inserções com conteúdo químico, realizadas no material reformulado.

Figura 70: Conceito Geral, atribuído pelos alunos, ao material reformulado de Bioquímica 1.

Figura 71: Tempo, em média, que os alunos (n=57) levam para estudar uma aula do material reformulado, segundo eles.

Figura 72: Aproximação entre abordagem dos conteúdos no material reformulado e as realidades dos alunos, segundo eles (n=57).

Figura 73: O quanto os objetivos deixavam claro o que os alunos deveriam aprender, segundo eles (n=57).

Figura 74: O quanto os objetivos de uma aula foram contemplados durante seu desenvolvimento, segundo os alunos (n=57).

Figura 75: A percepção dos alunos (n=57) acerca da relação entre objetivos e atividades em uma aula do material reformulado.

Figura 76: O grau de dificuldade das atividades do material reformulado, segundo a percepção dos alunos (n=57).

Figura 77: O quanto as atividades propostas foram suficientes para a prática dos conteúdos de uma aula do material reformulado, segundo a percepção dos alunos (n=57).

Figura 78: O quanto as atividades são factíveis, levando em consideração a rotina diária do aluno e o tempo que possuem para atividades acadêmicas, segundo os próprios aprendizes (n=57).

Figura 79: Grau de contribuição para a prática de tutoria dos diversos elementos do projeto instrucional, utilizados na reformulação do material didático da disciplina Bioquímica 1.

Lista de tabelas

Tabela 1: Resumo do mapeamento do material didático da disciplina Bioquímica 1, utilizado pelos alunos até 2007-1, inclusive.

Tabela 2: Distinções entre livros-texto convencionais e materiais didáticos utilizados para Educação a Distância. (Adaptado de LOCKWOOD, 1998).

Tabela 3: Números de objetivos de aprendizagem presentes nos dois materiais e o uso, em sua redação, de verbos que conferem maior precisão a esses elementos instrucionais.

Tabela 4: Análise do elemento de organização prévia pré-requisito, levando em consideração os materiais original e reformulado.

Tabela 5: Quantidades e percentuais de cada tipo de desdobramento de conteúdo inserido no material reformulado e as médias por aula.

Tabela 6: Quantidades e percentuais dos diferentes tipos de desdobramento de conteúdo inseridos no material reformulado, tanto criados originalmente quanto a partir da reorganização das informações que constavam nas aulas originais.

Tabela 7: Números médios de origem dos elementos imagéticos do material reformulado.

Tabela 8: Conteúdos abordados na avaliação presencial e as aulas que os apresentaram.

Tabela 9: Resumo das percepções dos tutores acerca do material reformulado.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	24
1.1	A Educação a Distância	25
1.2	O Consórcio Cederj	27
1.2.1	<i>O Ingresso dos Alunos</i>	28
1.2.2	<i>Sistemas de Interação e Avaliação</i>	30
1.2.3	<i>O Material Didático</i>	32
1.3	A Proposta de Trabalho	35
2	A DEFINIÇÃO DO OBJETO	37
2.1	Introdução	38
2.2	Metodologia	40
2.2.1	<i>Caracterização da faixa etária dos alunos</i>	40
2.2.2	<i>Questionários sócio-culturais</i>	41
2.2.3	<i>Graus de evasão e reprovação</i>	41
2.2.4	<i>Análise do material didático de Bioquímica 1</i>	42
2.3	Resultados	44
2.3.1	<i>Os alunos do Cederj</i>	44
2.3.2	<i>A disciplina Bioquímica 1</i>	48
2.3.3	<i>O material didático de Bioquímica 1</i>	53
2.4	Considerações	56
3	DESIGN INSTRUCIONAL E BIOQUÍMICA 1	63

3.1	Design instrucional para materiais impressos	64
3.2	Metodologia	66
3.2.1	<i>Reformulação</i>	66
3.2.1.a	<i>Estrutura</i>	66
3.2.1.b	<i>O processo de reformulação</i>	70
3.2.2.	<i>A análise do material reformulado</i>	72
3.3	O material reformulado e os elementos instrucionais	75
3.3.1	<i>No que concerne ao Planejamento</i>	76
3.3.1.a	<i>Objetivos de aprendizagem</i>	76
3.3.1.b	<i>Elementos de organização prévia</i>	83
3.3.2	<i>Informação e Linguagens</i>	84
3.3.2.a	<i>O microuniverso da construção textual de uma aula: precisão, clareza e coesão</i>	86
	<i>O macrouniverso de construção do texto - a arquitetura da</i>	
3.3.2.b	<i>informação</i>	101
3.3.2.c	<i>Elementos imagéticos</i>	112
3.3.3	<i>Atividades</i>	116
3.3.3.a.	<i>Atividades escondidas no texto:</i>	118
3.3.3.b.	<i>Identificação/ interpretação de conceitos:</i>	121
3.3.3.c	<i>Aplicação de conceitos</i>	126
3.3.3.d	<i>Associação de Informações</i>	129
3.4	O material reformulado e algumas estratégias de ensino	133
3.5	Análise das intervenções	146
3.5.1	<i>Planejamento</i>	146
3.5.2	<i>Informação e Linguagem</i>	148

3.5.2.a	<i>O texto</i>	148
3.5.2.b	<i>Arquitetura da informação</i>	151
3.5.2.c	<i>Elementos imagéticos</i>	153
3.5.3	<i>Atividades</i>	156
3.6	Considerações	163
3.6.1	<i>Estratégias de ensino voltadas para alunos com diferentes históricos acadêmicos</i>	166
3.6.2	<i>Estratégias voltadas para contemplar diversos perfis de aprendizagem</i>	168
3.6.2.a	<i>Indutivo e dedutivo</i>	168
3.6.2.b	<i>Visual e verbal</i>	169
3.6.2.c	<i>Reflexivos e ativos</i>	170
4	IMPRESSÕES INICIAIS DOS ALUNOS E TUTORES	175
4.1	Coletando impressões iniciais	176
4.1.1	<i>Coleta de impressões sobre o material didático reformulado, de Bioquímica I, via entrevistas telefônicas.</i>	177
4.1.2	<i>Coleta de impressões sobre o material didático reformulado, de Bioquímica I, via entrevistas telefônicas.</i>	180
4.1.3	<i>Avaliação do material reformulado pelos tutores presenciais da disciplina Bioquímica 1</i>	188
4.2	Resultados preliminares	192
4.2.1	<i>Resultados preliminares sobre as impressões dos alunos obtidos a partir das entrevistas telefônicas</i>	192
4.2.2	<i>Coleta inicial de impressões sobre aulas específicas do material didático reformulado, por meio de questionários impressos</i>	206

4.2.3	<i>Coleta de impressões dos tutores presenciais da disciplina Bioquímica 1 sobre o material reformulado.</i>	214
4.3	Considerações	220
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	232
5.1	Muitas perguntas, poucas respostas...	233
5.1.1	<i>A inserção de atividades e suas respostas comentadas</i>	234
5.1.2	<i>O uso de recursos de desdobramento de conteúdo</i>	239
5.1.3	<i>As imagens e suas legendas</i>	240
5.1.4	<i>Desenvolvimento dos conteúdos</i>	243
6.	Referências	247

1. Introdução Geral

1.1. A Educação a Distância

A Educação a Distância (EAD) é uma modalidade de ensino que viabiliza processos de ensino-aprendizagem reduzindo, significativamente, os encontros face a face entre professores e alunos (BARRETO, 2006). Com isso, expande as fronteiras das instituições de ensino, aumentando a possibilidade de acesso à Educação para milhares de pessoas em todo o mundo.

Sua rápida difusão no cenário das estratégias de ensino e aprendizagem é atribuída ao expressivo desenvolvimento tecnológico e à explosão informacional que as sociedades experimentaram nos últimos anos (PETERS, 2002), em concomitância com a possibilidade de uma maior flexibilidade associada a esta modalidade em relação ao ensino presencial, flexibilidade esta que pode estar presente em diversas dimensões, para além do espaço livre de aprendizagem que a define (COLLIS & MOONEN, 2001).

Os primeiros registros para a modalidade de educação a distância referem-se a cursos por correspondência, cujo desenvolvimento contou, expressiva e diretamente, com a invenção da prensa de tipos móveis, que viabilizou a impressão em escala, permitindo a educação de contingente cada vez maior de pessoas (HERMENEGILDO, 2007). Esta invenção, aliada a um sistema de correio postal eficiente, possibilitou a difusão de informações que datam do século XVIII, por exemplo, quando um jornal americano, a Gazeta de Boston menciona, em uma de suas edições, a possibilidade pessoas interessadas realizarem cursos de taquigrafia recebendo aulas impressas em suas residências (HERMENEGILDO, 2007).

Desde então, diversas iniciativas foram surgindo, espalhadas pelo mundo. Berlim (Alemanha), Boston e Chicago (Estados Unidos), Valência (Espanha), Vitória

(Austrália), Paris (França) e Londres (Inglaterra) são alguns exemplos de cidades que iniciaram atividades de ensino por correspondência e, posteriormente, por outras mídias.

No cenário nacional, a Educação a Distância começou a aparecer por volta de 1934, com o Instituto Monitor, que oferecia cursos profissionalizantes por correspondência, seguida por algumas outras iniciativas, ao longo do tempo. Destacaremos duas, surgidas mais recentemente, como dois programas do Ministério da Educação e Cultura (MEC): o Proformação e o Pró Licenciatura.

O Proformação - Programa de Formação de Professores em Exercício - já capacitou 30 mil professores que se encontram lecionando nas quatro séries iniciais do ensino fundamental desde 1999. Já o Pró-Licenciatura - Programa de Formação Inicial de Professores em Exercício no Ensino Fundamental e Médio - foi criado para apoiar instituições que interessadas em oferecer cursos de licenciatura a distância para professores da rede pública de ensino (MORAN, 2007). Deste segundo programa fazem parte a Universidade Federal do Mato Grosso, a Universidade de Brasília (UnB) e consórcios formados entre outras diversas universidades públicas, como a Universidade Pública Virtual do Brasil (UniRede) e o Consórcio CEDERJ (HERMENEGILDO, 2007).

1.2. O Consórcio Cederj

A Educação Superior experimentou, nos últimos anos, um aumento expressivo do número de cursos a distância, provavelmente associado ao grande desenvolvimento tecnológico e às crescentes demandas por formação.

No Rio de Janeiro, em 2000, foi fundado o Consórcio Cederj, consórcio entre o Governo do Estado do Rio de Janeiro e as seis universidades públicas deste estado, a saber:

- Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
- Universidade do Rio de Janeiro - UNIRIO
- Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF
- Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
- Universidade Federal Fluminense - UFF
- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

Estas seis universidades se reuniram em um consórcio, a fim de oferecer cursos gratuitos de graduação, a distância, para indivíduos residentes no interior do Rio de Janeiro. O objetivo é promover o desenvolvimento do estado a partir da inclusão social pelo aumento do acesso da população ao Ensino Superior.

Ainda como parte do objetivo de promover o desenvolvimento educacional e econômico do estado do Rio de Janeiro, a escolha dos cursos inicialmente oferecidos pelo Cederj se voltou para as licenciaturas, uma vez que, ao formar professores devidamente qualificados viabiliza, no médio prazo, o aumento da qualidade da Educação Básica no interior, além de fixar população nessa região. Os cursos que o Cederj oferece para formação de professores, atualmente, são: Licenciatura em

Matemática, Ciências Biológicas e Física, Licenciatura Plena e, mais recentemente, Licenciatura em Química. Há previsão, para o primeiro semestre de 2009, do oferecimento de cursos de Licenciatura em História e em Belas Artes e, além disso, há dois cursos não voltados para a formação de professores, um de graduação e um de tecnólogo: Administração de Empresas e Tecnólogo em Informática; no segundo semestre de 2008, ainda como um curso superior não voltado para as licenciaturas, há previsão do início de um curso de graduação em Turismo.

O Cederj, em pouco tempo, se tornou uma instituição de referência em Educação a Distância no Brasil. Isso é consequência direta da maneira como foram concebidas e vêm sendo implementadas as estruturas logística, acadêmica e pedagógica da instituição.

A seguir, descreveremos a estrutura do Cederj, perpassando por esses pontos, com foco no ingresso dos estudantes, sistemas de avaliação e de interação entre instituição e alunos e materiais didáticos. Sobre estes, nos estenderemos mais detalhadamente, por haver aspectos que são relevantes para o escopo deste trabalho.

1.2.1. O Ingresso dos Alunos

Os alunos ingressam no Cederj, a partir da aprovação em um exame vestibular, que é composto por questões fechadas sobre todas as disciplinas, questões abertas (discursivas) sobre a disciplina específica de cada curso (por exemplo, Biologia para os candidatos à Licenciatura em Ciências Biológicas) e uma redação sobre um tema genérico.

Para participar desse exame vestibular, os candidatos interessados podem ter acesso a um curso pré-vestibular social, gratuito, cujo critério de seleção para o ingresso é unicamente renda dos candidatos.

Uma vez aprovados no Vestibular, esses candidatos se tornam alunos da instituição, vinculados a um determinado pólo regional, escolhido no momento da inscrição no vestibular pelos próprios alunos.

Os pólos regionais são centros de referência universitária para o estudante na sua cidade (ou arredores), onde ele pode obter material didático, realizar atividades presenciais e avaliações, além de contar com uma sala de estudos à sua disposição, com as semanais sessões de tutoria de cada disciplina e sala de computadores para acesso à plataforma. Além disso, há laboratórios equipados onde acontecem as aulas práticas obrigatórias a alguns dos cursos, como a Ciências Biológicas e a Física.

A carga de aulas práticas busca manter no Cederj a excelência em ensino que é observada nas universidades consorciadas. Este tipo de atividade é absolutamente essencial para qualquer aprendiz de ciências com natureza experimental e muitos estudos mostram benefícios de uma abordagem prática estar associada à teórica para favorecer a aprendizagem (HOFSTEIN & LUNNETA, 1982). A vivência da experimentação auxilia na compreensão do que é ciência e na maneira como o conhecimento científico, tão vasto e em tão franca ascensão, é adquirido; mais, provavelmente essa vivência se reflete nas práticas pedagógicas que professores Ciências, como Biologia e Física, podem adotar em suas escolas.

Essas aulas práticas fazem parte de uma estratégia não apenas voltada para manter a qualidade dos cursos, mas também relacionada a sistemas de interação freqüentes entre estudantes e instituição.

1.2.2. *Sistemas de Interação e Avaliação*

Embora seja comumente chamado de Instituição de educação a Distância, o Cederj, na verdade, é um sistema semi-presencial de ensino, no qual os alunos estudam em suas casas, mas têm à disposição uma estrutura inteiramente pensada para facilitar a interação entre os estudantes e a instituição.

A concepção por trás disso é a de que os estudantes não precisam, de fato, vivenciar a distância física que existe em relação aos seus professores. A distância transacional, aquela existente nas relações entre os sujeitos do ensino e aprendizagem, pode ser bastante reduzida em função de duas variáveis cruciais: o diálogo e a estrutura do curso (MOORE, 1980). Estes dois itens acabam imiscuídos um no outro quando é a estrutura que possibilita o diálogo.

No caso do Cederj, há algumas estratégias envolvidas na estruturação de uma via de mão dupla caracterizando a interação entre professores e alunos. Há, semanalmente, sessões de tutoria presencial para tirar dúvidas acerca dos conteúdos estudados, caso sintam necessidade. A tutoria passou a ser parte constitutiva da modalidade a distância, na qual ocupa um lugar fundamental no desenvolvimento de cursos nessa forma de fazer educação. É por meio dela que está sendo mediado, orientado e acompanhado o trabalho pessoal do estudante (HERMENEGILDO, 2007). Além da tutoria presencial, existe também um sistema de tutoria a distância, via um telefone 0800 e via a plataforma do Cederj.

A plataforma de ensino é um espaço de interação dentro de um sistema de computação, que serve de base para trocas e conexões diversas, seguindo regras de gestão bem definidas no momento em que foi planejado. Dependendo da sua estrutura lógica, pode suportar ferramentas de aprendizagem variadas, como fóruns, *chats*, *wikis*,

mensagens instantâneas, videoconferências, além do tráfego de arquivos de diferentes formatos (texto, áudio, imagem etc).

A plataforma do Cederj oferece ao aluno acesso ao material impresso na forma de arquivos *.pdf*, informações sobre as disciplinas em que ele está inscrito, horários das sessões de tutoria presencial, cronograma de avaliações e demais atividades do semestre, listas de exercícios, gabaritos, dentre outros. Além disso, oferece também uma ferramenta de e-mail para que ele possa se corresponder com alunos de outras cidades, uma sala de tutoria onde ele pode registrar suas dúvidas e receber a resposta em um dia.

Nesta mesma plataforma, disponível 24h por dia, o aprendiz pode ter acesso – dependendo das disciplinas que estiver cursando – a materiais didáticos no formato digital, que fazem uso das especificidades da mídia para apresentar ao estudante cores, movimentos, sons que facilitem o seu aprendizado de um determinado conteúdo.

Como maneira de avaliar a aprendizagem desses alunos, o Cederj possui dois tipos de avaliações, cujas datas são divulgadas no início de cada semestre: as presenciais (que contribuem com 80% da nota final do aluno) e as a distância, que são trabalhos propostos pelos professores. As avaliações presenciais, como o próprio nome diz, são provas que o aluno realiza presencialmente nos pólos regionais e que são corrigidas pelos professores responsáveis pela disciplina em questão, nas universidades, atendendo a uma exigência do Ministério da Educação e Cultura para que os alunos possam ser certificados, ao final de seus cursos, pelas universidades consorciadas.

Esta certificação, pelas universidades consorciadas, faz sentido uma vez que elas são, como dissemos anteriormente, responsáveis pela competência acadêmica do Consórcio. São os professores destas universidades que escrevem os materiais didáticos a serem utilizados pelos alunos para sua formação.

Estes sistemas de acompanhamento (interação e avaliação) dos alunos estão condizentes com o fato de que um indivíduo realizando um curso superior a distância não é algum tipo de Robson Crusóé iniciando sua aventura, mas sim um estudante ao qual são necessários recursos que diminuam a distância transacional e favoreçam a sua aprendizagem (MOORE, 1980).

A orientação do aluno passa, inclusive, pela estruturação dos materiais didáticos aos quais ele estudará ao longo do curso.

1.2.3. O Material Didático

A escolha da mídia por meio da qual uma instituição de ensino oferta seus conteúdos aos aprendizes é determinante do impacto social do projeto educacional, sendo diretamente influenciada pelo projeto político pedagógico da instituição. A opção pela mídia impressa acaba acontecendo em um grande número de instituições, especialmente aquelas que são voltadas para projetos de inclusão social, como é o caso da British Open University e, no Brasil, do Consórcio Cederj. Materiais impressos sendo utilizados como recursos educacionais, inclusive, são a origem da modalidade a distância de ensino, como já mencionado.

Embora haja materiais digitais, a mídia impressa é a base de oferecimento de conteúdos aos alunos pelos professores das universidades. Esses materiais impressos são disponibilizados para eles (1) em volumes físicos a serem adquiridos nos pólos regionais por preços de custo ou (2) em arquivos “.pdf” para *download*” na plataforma.

Algumas características dessa mídia merecem ser destacadas, como bem pontuou Lockwood (1998):

- É uma mídia de baixo custo de aquisição, o que é coerente com o fato de o Cederj ser um projeto de inclusão social, onde grande parte dos estudantes não possui situação financeira de padrões mais elevados;
- Materiais impressos são meios que facilitam o estudo independente, uma vez que estão à disposição do aluno para que ele o estude onde quer que esteja e que tenha disponibilidade de tempo, podendo ser facilmente transportados, marcados e anotados etc;
- O estudo independente, a partir da utilização de materiais didáticos impressos, também está relacionado à possibilidade de o aluno imprimir ao seu estudo o ritmo que for mais adequado para sua aprendizagem. O aluno decide se pode passar adiante em determinado conteúdo, se precisa reler, o tempo que gastará na realização de cada atividade proposta em cada aula a ser estudada;
- Materiais impressos são facilmente utilizados por qualquer aluno, sem necessidade de treinamentos ou orientações mais extensas, como é característica da mídia digital, por exemplo;

Algumas desvantagens da comunicação mediatizada que envolve texto, como é o caso de materiais didáticos impressos, estão relacionadas ao fato de que os aprendizes precisam ter domínio da linguagem escrita para obter sucesso. Em outras palavras, precisam ter um grau de letramento significativo para que os conteúdos impressos no papel sejam compreendidos.

Alguns estudos (RIBEIRO et al, 2002) mostram que a população brasileira, amostrada aleatoriamente por todo o país, possui baixa capacidade leitora, baixo grau de letramento, de compreensão e apropriação de conteúdos obtidos por meio de textos. Isso torna a produção de materiais didáticos impressos um enorme desafio para os

professores que enveredam por esse caminho, como é o caso dos professores indicados pelas universidades para escrever os materiais didáticos do Consórcio Cederj.

Estes professores, freqüentemente, atuam no Ensino Presencial e não possuem experiência na modalidade a distância. Estão acostumados a escrever artigos científicos, relatórios de pesquisa, pareceres ou até mesmo seus materiais didáticos de apoio às aulas presenciais, mas não materiais voltados para alunos que estudarão a distância, contando com sessões semanais de tutoria em grupo para sanar dúvidas.

Há especificidades na produção de materiais para EAD, particularmente no que se refere à linguagem e construção textual, acerca das quais os professores devem ser orientados. Por isso é que, desde 2003, o Cederj disponibiliza para os professores-conteudistas (aqueles que escrevem os materiais) um corpo técnico que os auxilia durante a elaboração das aulas de suas disciplinas.

Dentre esse corpo técnico, podemos destacar o papel dos profissionais do Setor de Desenvolvimento Instrucional, que trabalham em parceria com os professores-conteudistas no sentido de potencializar a aula escrita do ponto de vista de sua abordagem pedagógica, clareza, precisão e capacidade de envolvimento do aluno durante o estudo, aplicando a essas aulas os princípios do Design Instrucional.

Antes de 2003, o Consórcio Cederj contava unicamente com a experiência dos professores para a elaboração do material didático, experiência essa que, embora extremamente valiosa, por vezes poderia não atender completamente às enormes especificidades de público e do sistema semi-presencial da instituição. Além disso, como a instituição e os cursos que ofereceria estavam em seus inícios, não havia um perfil típico definido para o aluno do Cederj, de forma que tentar aproximar os conteúdos e abordagens de alunos que não se conhecia era tarefa impossível para os professores que escreveram seus materiais naquela época. Este é o caso, dentre outras, da disciplina Bioquímica 1.

1.3. A proposta de trabalho

Há uma forte intenção do Consórcio Cederj de reformular as disciplinas produzidas no início de seus cursos, adequando-as aos aspectos instrucionais que atualmente a instituição conhece tão bem.

Ao pensar sobre o projeto de minha tese de doutorado, dada minha formação em Bioquímica, interesse por Design Instrucional e contexto favorável na instituição, propus reformular uma das disciplinas produzidas no início do Consórcio Cederj, Bioquímica 1, escrita pelas professoras Andréa Thompson Da Poian (UFRJ), Débora Foguel (UFRJ), Marílvia Dansa-Petretski (UENF) e Olga Machado (UENF).

Os objetivos deste trabalho, portanto, foram:

- Analisar o perfil do aluno do curso de Ciências Biológicas do Cederj, com base nas informações que hoje existem sobre esse alunado.
- Reformular o material didático impresso da disciplina Bioquímica 1 do curso de Licenciatura do Consórcio Cederj, do ponto de vista instrucional:
 - tentando aproximar o material do perfil dos alunos deste curso, perfil este que não era estabelecido quando o material foi escrito, em 2001, unicamente porque o curso ainda não havia começado;
 - garantindo a cada aula integridade instrucional, no que se refere ao casamento entre objetivos de aprendizagem precisos e claros, informação desenvolvida, veiculada por meio de uma arquitetura articulada e em tom de conversa e atividades diversificadas, contextualizadas e com respostas comentadas.
- Obter uma avaliação de alunos e tutores acerca das impressões deles sobre o material didático reformulado da disciplina Bioquímica 1.

Esta disciplina faz parte do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, cujo objetivo é formar professores de ciências no interior do estado do Rio de Janeiro.

A formação de professores de ciências, inclusive, é um ponto que merece atenção, dadas as especificidades que a aprendizagem de Ciências Biológicas, por exemplo, apresenta. Sobre este assunto, discorreremos no próximo capítulo.

2. Definição do **O**bjeto

2.1. Introdução

Biology is a huge field (...). When you think of educating biologists, you think about people who [have to study] everything ranging from the evolution of bird wings to the chemical structure of ribosome. (MADELEINE JACOBS, 2002).

Estudar Biologia significa percorrer uma gama enorme de conteúdos de naturezas variadas, perpassando diferentes áreas do saber, como a química e a física. As conexões entre as ciências biológicas, químicas, físicas, matemáticas e computacionais estão se tornando rapidamente mais profundas e mais extensivas (JACOBS, 2002). É dessa integração, inclusive, que depende a aquisição de conhecimento na Biologia atualmente, diretamente relacionada ao uso de técnicas e tecnologias advindas de outras áreas.

Estudar Biologia nos dias de hoje, portanto, significa perpassar e fazer uso de uma série de conhecimentos químicos e físicos que se tornaram imperativos para a compreensão dos processos biológicos, tanto no nível molecular quanto no macroscópico. Os ciclos biogeoquímicos, por exemplo, para serem devidamente compreendidos requerem um mínimo de familiarização com conceitos como elementos químicos, grau de aproximação e afastamento de moléculas, efeito da temperatura sobre as moléculas etc.

No campo das ciências moleculares, além da necessidade de muitos outros conteúdos correlatos para serem entendidas, é imperativa também, por parte do aprendiz, a capacidade de imaginar o que ele não vê. Aulas de Biologia Molecular, Genética e Bioquímica, por exemplo, são cheias de conceitos abstratos que não são fáceis de compreender (ORGILL & BODNER, 2003).

Se ensinar disciplinas constituídas por estes conteúdos já conta com dificuldades intrínsecas à natureza do saber, fazê-lo a distância pode ser tarefa ainda mais árdua, no momento em que um curso nesta modalidade pode receber, por semestre, centenas alunos novos, com perfis sócio-culturais, acadêmicos e de aprendizagem diversos. A mediatização característica das relações de ensino e aprendizagem na modalidade a distância faz com que o professor precise dominar, para além do conteúdo, habilidades que os possibilitem colocar no papel (no caso de sistemas que utilizam materiais didáticos impressos) toda a *expertise* que adquiriram após anos em sala de aula (MOORE, 1980). Neste contexto, é necessário que o material didático (1) seja, obviamente, voltado para as especificidades do público-alvo e que (2) atenda, ao mesmo tempo, a aspectos relacionados ao conteúdo e a aspectos instrucionais característicos de materiais de auto-instrução.

Neste capítulo, apresentamos a análise do perfil de alunos que cursaram a disciplina Bioquímica 1 do Cederj em diversos semestres, o histórico desta disciplina e seu material didático. Estas análises foram realizadas para que, durante o processo de reformulação do material didático que será apresentado no próximo capítulo, pudéssemos conjugar aspectos instrucionais ao perfil dos alunos, no que se refere aos seus históricos educacionais.

2.2. Metodologia

Antes de apresentar, especificamente, as metodologias adotadas neste capítulo, é importante mencionar que todos os dados foram analisados de forma a preservar as identidades dos alunos.

2.2.1. Caracterização da faixa etária dos alunos

No momento do ingresso nos cursos de graduação do Cederj, os alunos preenchem uma ficha com informações pessoais, incluindo suas datas de nascimento. A partir do acesso a este banco de dados, foi possível obter a idade de cada aluno e, em seguida, dividi-los segundo as seis faixas etárias que estipulamos, a saber:

- De 17 a 20 anos de idade;
- De 21 a 24 anos de idade;
- De 25 a 29 anos de idade;
- De 30 a 34 anos de idade;
- De 35 a 39 anos de idade;
- Acima de 40 anos de idade.

Um total de 306 alunos do curso de Ciências Biológicas do Cederj, inscritos no primeiro semestre de 2007 tiveram suas idades enquadradas nas faixas estabelecidas, e o percentual de alunos em cada uma delas foi calculado.

2.2.2. *Questionários sócio-culturais*

Questionários sócio-culturais são aplicados aos alunos que ingressam, semestralmente, no Consórcio Cederj, como parte de uma política da Instituição voltada para o conhecimento do perfil de seus alunos no que concerne a uma série de aspectos.

Dados obtidos a partir desses questionários preenchidos foram utilizados para mapear o perfil educacional dos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Consórcio Cederj.

2.2.3. *Graus de evasão e reprovação*

Dados obtidos do sistema de registro acadêmico do Consórcio Cederj nos possibilitaram a observação das notas obtidas pelos alunos nas avaliações presenciais da disciplina Bioquímica 1, além de a quais destas avaliações os alunos não compareceram.

a. Grau de evasão:

Um aluno foi considerado evadido (ou desistente) da disciplina Bioquímica 1 quando não compareceu a pelo menos duas das três avaliações presenciais. O número de alunos que se enquadrou nesta situação foi convertido para percentual, levando-se em consideração, como 100%, o número total de inscritos na disciplina em dado semestre.

b. Grau de reprovação:

O número de alunos que evadiram da disciplina Bioquímica 1, obtido conforme a descrição do item anterior, foi subtraído do número total de inscritos na disciplina em determinado semestre. Obtivemos, desta maneira, o número de alunos que realmente cursaram a disciplina, o qual consideramos a totalidade da amostra no momento de calcular o grau de reprovação. Este grau foi obtido calculando-se o percentual dos alunos que, em dado semestre, não alcançou média $\geq 5,0$ na disciplina.

2.2.4. Análise do material didático de Bioquímica 1

O material didático de Bioquímica 1, elaborado no início do consórcio Cederj, é composto de 36 aulas, as quais foram cuidadosamente lidas e analisadas do ponto de vista instrucional, com foco nos seguintes quesitos:

- Existência de objetivos;
- Precisão dos objetivos;
- Características dialógicas do texto da aula;
- Presença de elementos periféricos (como boxes e verbetes) voltados para desdobramento do conteúdo do texto principal;
- Desenvolvimento do conteúdo com vistas à adequação ao público alvo;
- Presença de atividades;
- Tipos de atividades presentes;
- Espaço designado para o aluno realizar a atividade;
- Tipo de resposta oferecida ao aluno;
- Relação entre objetivos e atividades;

- Relação entre objetivos e núcleos conceituais (informação);
- Relação entre núcleos conceituais e atividades.

2.3. Resultados

2.3.1. Os alunos do Cederj

O Cederj é um Consórcio voltado, especialmente, para o público do interior do estado do Rio de Janeiro. Os candidatos a ingressarem em um sistema de ensino como o do Cederj não possuem, em geral, o mesmo perfil dos alunos que encontramos nas Universidades públicas no sistema presencial tradicional. Questionários aplicados no momento da inscrição do aluno no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Cederj nos oferecem algumas informações sobre o perfil sócio-cultural destes indivíduos. Na figura 1 é possível observar a faixa etária dos alunos que ingressaram no primeiro semestre de 2007.

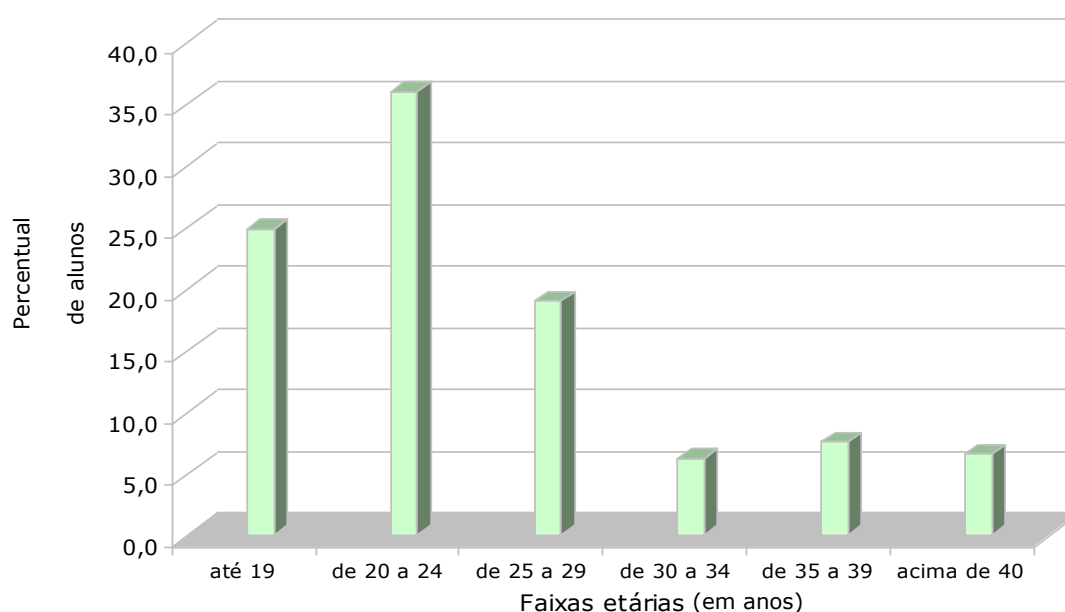


Figura 1: Faixa etária dos alunos do Cederj ingressos no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no primeiro semestre de 2007. Dados obtidos no momento da matrícula de 306 alunos na instituição nos permitem observar que apenas cerca de um quarto (24,6%) dos alunos ingressou no Ensino Superior com menos de 20 anos de idade.

Embora tenhamos apresentado apenas dados sobre a faixa etária dos alunos ingressos no curso de Ciências Biológicas em 2007, em geral, os alunos do Cederj apresentam o mesmo perfil etário, como já foi observado em investigações anteriores (dados não apresentados). São pessoas de uma faixa etária mais elevada do que aquela que, normalmente, encontramos nas turmas presenciais das universidades do consórcio. Possivelmente como conseqüências dessa faixa etária mais elevada, o Cederj possui alunos que, antes de ingressarem no consórcio a partir do exame Vestibular, estavam afastados dos estudos há algum tempo (figura 2) e que, como é possível observar na figura 3, em sua maioria trabalham (cerca de 80%) e são responsáveis parcial ou completamente pela renda familiar (cerca de 50%).

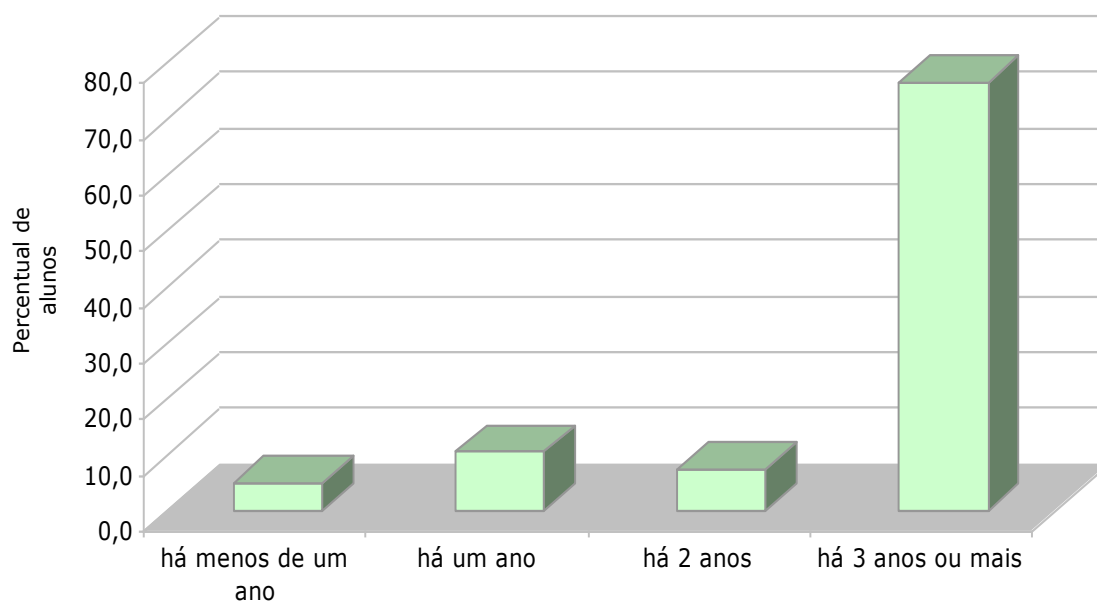


Figura 2: Tempo desde a conclusão do Ensino Médio de alunos do Cederj, ingressos na instituição no segundo semestre de 2007. Cerca de 80% dos alunos ingressos em 2007 já haviam terminado o Ensino Médio há mais de 3 anos, tendo passado algum tempo afastados dos estudos até o início da graduação.

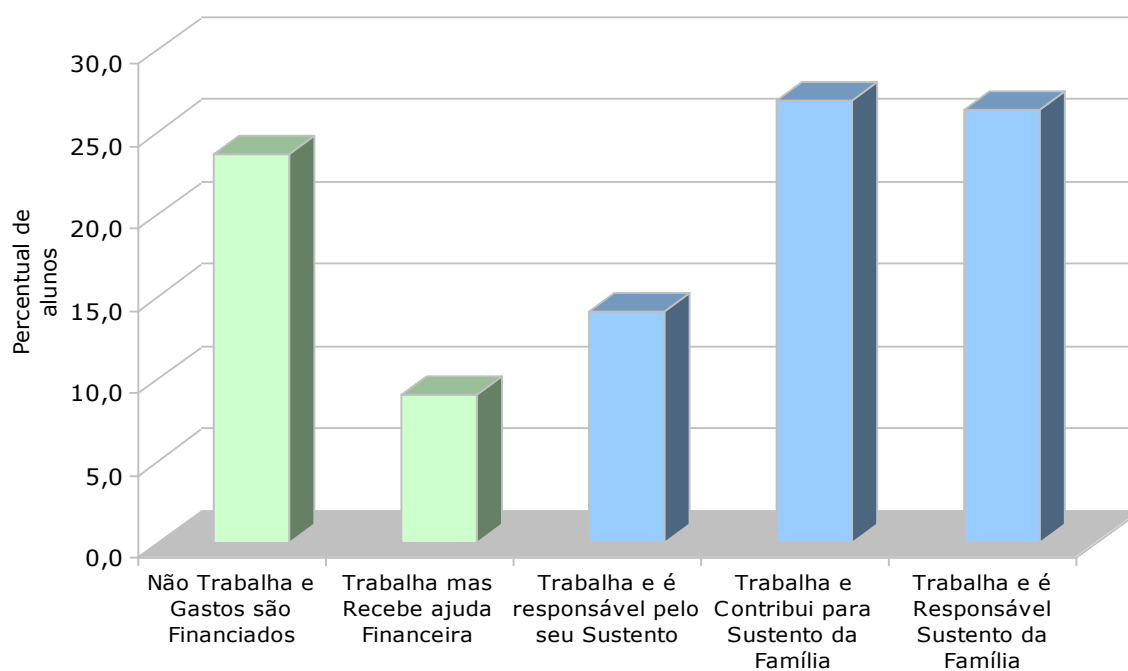


Figura 3: Contribuição para a renda da família que realizam os alunos do Cederj, ingressos na instituição no segundo semestre de 2007. A maior parte dos alunos trabalha (67,3), sendo responsável pelo seu sustento (14,1%), ou pela renda da família parcialmente (26,9%) ou integralmente (26,3).

Os questionários sócio-culturais destes alunos nos revelam, ainda, que, em sua maioria, eles cursaram os Ensinos Fundamental e Médio majoritariamente ou integralmente em escolas públicas (figura 4).

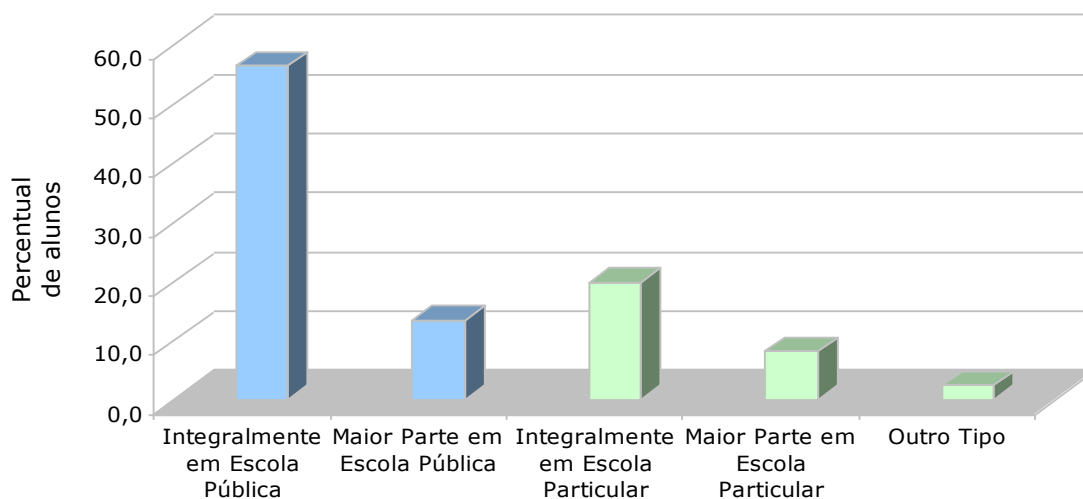


Figura 4: Rede de ensino em que concluíram o Ensino Médio os alunos ingressos no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Cederj no segundo semestre de 2007. 69,9% dos alunos realizaram o Ensino Médio integralmente (56,4%) ou em sua maioria (13,5%) em escolas da rede pública de ensino.

Outra informação obtida sobre a escolaridade destes alunos é que aproximadamente metade deles cursou o Ensino Médio de formação geral; os outros cursaram Ensino Médio de formação técnica, cursos normais, supletivos, ou outro tipo de formação (figura 5).

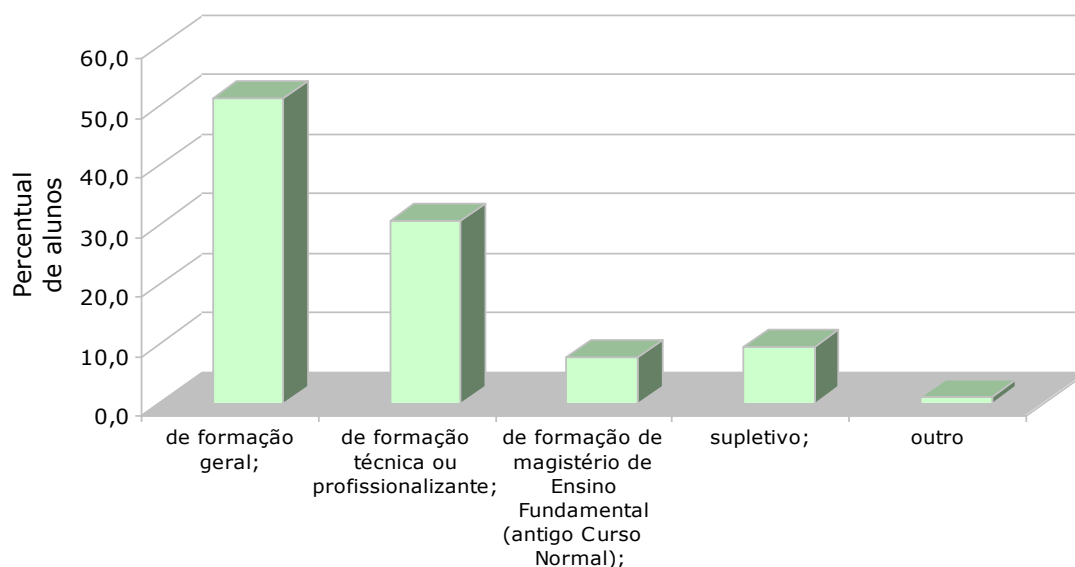


Figura 5: Tipo de Ensino Médio cursado pelos alunos inscritos no Cederj no segundo semestre de 2007. Quase metade dos alunos realizou o ensino médio de formação geral; os demais optaram por cursos técnicos ou profissionalizantes (30,6%) ou pelo antigo Curso Normal (7,7%). Aproximadamente 10% dos alunos cursaram ensino médio supletivo.

Dentro deste percentual de alunos que não cursou o ensino médio de formação geral, uma parcela que não quantificamos, mas que entrevistas e questionários com os alunos da Licenciatura em Ciências Biológicas nos revelam ser significativa, não obteve conhecimentos de química e física na sua formação básica.

2.3.2. A disciplina Bioquímica 1

Como parte da grade do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas há duas disciplinas voltadas para o estudo da Bioquímica: Bioquímica 1 e Bioquímica 2. A seguir, a lista das autoras (conteudistas) dos materiais e os conteúdos que são abordados em cada uma das duas disciplinas:

Bioquímica 1: Andréa T. Da Poian, Débora Foguel, Marílvia Dansa-Petretski e Olga Tavares.

- conceitos sobre a estrutura da água (propriedades físicas e químicas) e sua importância enquanto solvente universal;
- propriedades das substâncias ácidas e básicas e como funcionam os tampões e sua importância biológica;
- a estrutura química dos aminoácidos que são os blocos formadores das proteínas;
- como se formam a ligação peptídica e as proteínas;
- os diferentes níveis organizacionais de uma proteína, a saber: estruturas primária, secundária, terciária e quaternária;
- a importância da relação estrutura x função tomando como exemplo a hemoglobina e sua capacidade de transportar oxigênio;
- o enovelamento protéico (como as proteínas se montam) bem como estruturas mais complexas como partículas virais e mesmo agregados amilóides que se formam em algumas patologias;

- as enzimas, suas características estruturais e cinéticas;
- o sítio ativo das enzimas bem como o efeito de inibidores, pH e temperatura dentre outros na cinética de catálise;
- a natureza química e as propriedades dos lipídeos e sua importância biológica na formação das membranas biológicas e como reserva energética;
- as lipoproteínas, proteínas encarregadas de transportar os lipídeos nos organismos vivos;
- a natureza química e as propriedades dos carboidratos;
- os açúcares simples e os complexos;
- as vitaminas e sua importância fisiológica bem como as consequências de sua ausência.

Bioquímica 2: Andréa T. Da Poian, Débora Foguel, Marílvia Dansa-Petretski e Olga Tavares.

- Princípios básicos de Bioenergética e dos processos de transformações que ocorrem no nosso organismo o qual denominamos metabolismo;
- As duas primeiras leis da Termodinâmica e sua relação com transformações metabólicas que ocorrem no organismo;
- Obtenção de energia pelo organismo para manutenção de suas necessidades fisiológicas com a máxima economia;
- os processos que geram e que conservam energia;
- as moléculas envolvidas nesses processos;
- mecanismos pelos quais nosso organismo armazena e utiliza energia.
- os processos que regulam a intrincada rede de reações químicas que ocorrem dentro da célula;
- os mecanismos pelos quais o organismo estabelece a integração metabólica entre diversos órgãos e tecidos;
- adaptações do organismo às situações onde há disponibilidade de alimentos ou quando está em jejum breve ou prolongado;
- o papel dos hormônios que regulam o metabolismo.

Como é possível observar pela descrição dos temas abordados em cada uma das disciplinas, Bioquímica 1 apresenta um conteúdo de Química muito mais expressivo do que Bioquímica 2; enquanto a primeira cria, no aprendiz, uma base de conhecimentos sobre composição química e estrutura de moléculas que apresentam funções biológicas de grande relevância no organismo, a segunda se vale deste conhecimento para tratar do metabolismo energético, apresentando, pela natureza do seu conteúdo, uma aproximação maior com o contexto biológico em detrimento do químico.

Talvez pelo fato de que há uma interdisciplinaridade muito mais explícita com a Química, a Física e, por vezes, com a Matemática intrínseca à disciplina Bioquímica 1, ela acabe apresentando um grau de dificuldade mais elevado para aprendizes tanto do ensino presencial quanto do ensino a distância. Esta mesma disciplina, no curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (com conteúdos bastante semelhantes às das disciplinas oferecidas pelo Cederj) apresenta um alto grau de reprovação, junto com outras disciplinas como Cálculo e Elementos de Estatística (dados não apresentados).

No Cederj, Bioquímica 1 é uma disciplina com alto grau de reprovações e desistências, conforme é possível observar na figura a seguir:

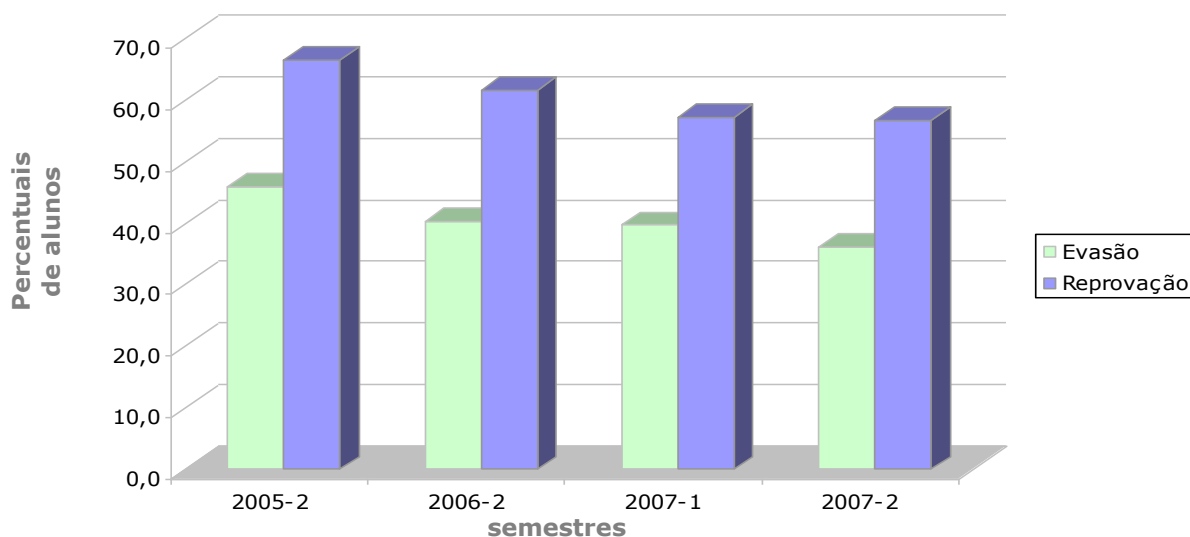


Figura 6: Percentuais de evasão e reprovação na disciplina Bioquímica 1, monitorados ao longo de quatro semestres. Tabelas com notas obtidas pelos alunos nas avaliações foram cuidadosamente analisadas. O cálculo do percentual de alunos que, por semestre, não realizou pelo menos duas das três avaliações presenciais expressa o grau de evasão, que atinge 45,9% no segundo semestre de 2005. Levando em consideração somente os alunos que cursaram a disciplina até o final, em cada semestre, calculamos o grau de reprovação. Em 2005-2, este grau chega a 66,5%.

De fato, desde a primeira turma de Bioquímica 1 na Licenciatura em Ciências Biológicas do Cederj, constatou-se uma lacuna de conhecimentos básicos, especialmente relacionados à Química e à Matemática, que contribuía negativamente para o desempenho dos alunos (declaração de duas das quatro autoras, que recorrentemente entravam em contato com os alunos). Algumas estratégias para minimizar os efeitos destas lacunas na aprendizagem de Bioquímica 1 dos alunos foram tentadas pelas conteudistas.

Em 2003-2, passou a ser oferecido aos alunos que cursavam Bioquímica 1 um módulo de Química, chamado Complementos de Química para a Bioquímica. Era um material adicional, que continha explicações sobre átomos, moléculas, ligação química, reações químicas, dentre outros conceitos, para ser estudado pelos alunos concomitantemente com a Bioquímica 1. A fim de garantir que os alunos de fato estudariam aquele material, listas de exercícios foram distribuídas aos alunos e suas soluções, se entregues em data determinada, valeriam pontos a serem utilizados no cálculo da média final da disciplina Bioquímica 1.

Três semestres após o início desta tentativa, que ainda não tinha modificado expressivamente o quadro de desistências e, especialmente, o de reprovações, uma segunda medida foi tomada: a transferência desta disciplina para o segundo período,

em vez de no primeiro, como havia sido concebido, de início, no estabelecimento da grade do curso.

Logo no semestre seguinte à transferência de Bioquímica 1 (2006-1), como parte das estratégias voltadas para melhorar a aprendizagem e, ao cabo, o desempenho nesta disciplina, foi disponibilizada para os alunos uma nova disciplina, Elementos de Química Geral, voltada para tentar preencher as lacunas de química que estes aprendizes apresentavam. Elementos de Química Geral foi disponibilizada como uma matéria de primeiro período e há forte recomendação de que seja cursada anteriormente à Bioquímica 1. A Tabela 1.1, a seguir, resume as estratégias desenvolvidas, até 2006-2 para contribuir para um melhor desempenho dos alunos em Bioquímica 1.

Tabela 1: Estratégias utilizadas para melhorar o desempenho dos alunos na disciplina Bioquímica 1 do curso de Ciências Biológicas do Cederj, tomadas ao longo dos semestres pela coordenação da disciplina.

Semestre	Estratégia
2003-2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oferecimento de um material adicional de química (Complementos de Química para Bioquímica); ▪ Listas de exercícios valendo pontos a serem somados no cálculo da média do aluno na disciplina.
2006-1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferência de Bioquímica 1 para o segundo período.
2006-2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilização de Elementos de Química Geral como disciplina recomendada fortemente a ser cursada antes de Bioquímica 1.

Além dessas, houve outras iniciativas, como oferecimento de listas de exercícios de bioquímica com atendimento específico pela tutora a distância da disciplina, alguns fóruns em diferentes semestres, que abordavam conteúdos da disciplina e valiam pontos adicionais somados às avaliações – tudo como parte de uma estratégia para estimular o estudo dos conteúdos da disciplina. No entanto, dentre as estratégias utilizadas para favorecer os alunos que cursavam Bioquímica 1, não havia sido tentado, ainda, modificações no material impresso, sobre o qual discorreremos a seguir.

2.3.3. O material didático de Bioquímica 1

Como já dissemos em outro momento, uma importante parte do que alicerça a qualidade dos cursos do Cederj está centrada no fato de que toda a competência acadêmica emana dos mesmos professores que ministram suas aulas para alunos do sistema tradicional presencial das universidades consorciadas. Estes professores, no Cederj, têm a missão de elaborar o material didático, ou seja, as aulas (impressas) às quais os alunos terão acesso e por meio das quais todo o conteúdo que foi designado para determinada disciplina chegará ao aprendiz.

No início do Consórcio Cederj, não houve uma orientação aos conteudistas voltada para a reprodução de um modelo instrucional consonante com as especificidades da Educação a Distância quando da elaboração das aulas. Estes professores tiveram, portanto, que se valer, principalmente, da sua prática em sala de aula que, embora decisiva para a elaboração de um bom material didático, nem sempre contempla todos os aspectos relevantes no que se refere a uma prática em que não se

está diante do aprendiz no momento em que elaboramos as aulas que contribuem para sua aprendizagem. Assim, diversos materiais produzidos naquele momento, a despeito da consistência dos conteúdos oferecidos, apresentam algumas lacunas instrucionais, decorrentes de necessidades determinadas pelas especificidades da modalidade de ensino.

Bioquímica 1 foi uma disciplina elaborada no início do Consórcio Cederj. O mapeamento da disciplina, segundo aspectos instrucionais relevantes na EAD, está resumido na tabela a seguir:

Tabela 2: Resumo do mapeamento do material didático da disciplina Bioquímica 1, utilizado pelos alunos até 2007-1, inclusive.

Categoria	Resumo do que foi encontrado nas aulas mapeadas
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todas as aulas apresentam a seção objetivos; ▪ Os objetivos, da maneira como estão redigidos, se parecem, por vezes, com pequenas introduções; ▪ Há uma parcela significativa de objetivos imprecisos (segundo Rowntree, 1994);
Informação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Linguagem em tom de conversa; ▪ Vocabulário em geral acessível; ▪ Necessidade de mais desenvolvimentos do texto, levando-se em consideração o público; ▪ Poucos desdobramentos da informação principal (boxes).
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Há atividades na maioria das aulas; ▪ Atividades localizadas no final das aulas; ▪ Não há espaço para a resposta do aluno; ▪ Apenas gabaritos são fornecidos como resposta; ▪ Maior parte das atividades são de identificação de conceitos.

Integridade Instrucional	Comprometida na maioria das aulas, devido à: <ul style="list-style-type: none">▪ Imprecisão de objetivos;▪ Ausência de objetivos para todos os núcleos conceituais, em todas as aulas;▪ Ausência de atividades referentes a todos núcleos conceituais abordados.
-----------------------------	--

Embora não tenhamos, até o momento, explicitado quais são os papéis, a importância e as características que apresentam (1) objetivos, (2) a maneira como a informação é oferecida e (3) atividades em um material para a Educação a Distância, mencionamos o fato de estes elementos serem extremamente relevantes. O comprometimento de alguns deles, como a Tabela 1.2 apresenta, aponta a reformulação do material didático de Bioquímica 1, do seu ponto de vista instrucional, como mais uma ação relevante na direção de minimizar os problemas que os alunos têm com essa disciplina. Esta reformulação foi feita, e será abordada no próximo capítulo.

2.4. Considerações

A Multidisciplinaridade desempenha um papel importantíssimo na Biologia. Cientistas com habilidades distintas e formações variadas colaboram, atualmente, para atacar questões fascinantes sobre os sistemas vitais, utilizando ferramentas freqüentemente desenvolvidas por profissionais de outras áreas (BRAKKE, 2002).

Não apenas no desenvolvimento do conhecimento científico, mas também em sua análise, no seu ensino e na sua aprendizagem, a Biologia perpassa diversas áreas do saber. Se, por um lado, essa multidisciplinaridade intrínseca às Ciências Biológicas enriquece o aprendizado e auxilia no casamento necessário para a formação de uma visão integrada dos processos científicos e cotidianos (BIZZO, 2007), ela também acaba por gerar dificuldades adicionais, no momento em que, para o estudo desta ciência, é necessário deter conhecimentos diversos, em áreas variadas, como pré-requisitos para obter êxito na aprendizagem.

Assim, esta multidisciplinaridade acaba por trazer, associada a si, um grau de complexidade maior para os conteúdos permeados por ela; mais, é capaz de despertar, em estudantes com lacunas de formação nestes conteúdos, a sensação de que a ausência de determinadas informações possa ser intransponível. Possivelmente, essa explicação justifica, ao menos, parte do alto grau de evasão associada à disciplina Bioquímica 1 (figura 1.6), tanto em um sistema presencial (observada informalmente) como em um a distância, como o Cederj.

As lacunas de formação básica são coerentes com o fato de que um percentual expressivo de alunos de graduação do Cederj em Licenciatura em Ciências Biológicas cursou um Ensino Médio outro que não de formação geral (figura 1.5), optando por

ensinos com caráter profissionalizante que privilegia determinados conteúdos em detrimento de outros. A possibilidade de entrada no mercado de trabalho – e de obter a remuneração advinda disso - desde cedo provavelmente está correlacionada com o tipo de formação de ensino médio obtida por esses estudantes e, certamente, está expressa no fato de que a maioria dos alunos trabalha e contribui ou é inteiramente responsável pela renda familiar (figura 1.3).

Além disso, é importante colocar que esses alunos fazem parte de uma faixa etária maior do que aquela costumeiramente encontrada no ensino presencial (figura 1.1), que estão afastados há algum tempo dos estudos (figura 1.2) e que, muitas vezes, possuem uma formação básica deficitária em relação ao que se espera de um aluno de nível superior.

É importante colocar esse perfil porque alunos com essas características, em geral, possuem dificuldades mais aparentes para sua aprendizagem. Segundo estudo feito por SIMPSON (2003), é mais comum observar fracasso e evasão de alunos que trabalham em período integral em concomitância com os estudos, o que, provavelmente, é o caso de uma parte expressiva dos alunos do Cederj. Quando entrevistados, esses alunos do estudo feito por Simpson declararam que a sobrecarga de afazeres acabou promovendo sua desmotivação.

Já do ponto de vista cognitivo, o fato de os alunos estarem há alguns anos afastados dos estudos acarreta em maiores dificuldades da aprendizagem. Segundo YOUNG e WASSERMAN (2005), a contigüidade entre os estímulos voltados para a aprendizagem de algo por parte do aluno é um facilitador da apreensão das informações, na medida em que, segundo alguns estudos citados por esses autores no livro *Handbook of cognition*, quanto maior o tempo entre o acontecimento destes estímulos, mais lenta é a resposta do indivíduo a eles.

Somado a isso tudo, está o fato de que a enorme maioria desse público, se não sua totalidade, está acostumado com um sistema presencial de ensino, encarando, pela primeira vez, o contato com uma nova modalidade de ensino e aprendizagem, onde o falar e ouvir síncronos são substituídos pelo ler e escrever assíncronos (PETTERS, 2003), onde a autonomia passa a ser condição para os alunos realizarem seus cursos.

No entanto, a despeito de todas as dificuldades que acabamos de colocar que acompanham os alunos, independentemente de eles serem alunos do Cederj ou não, uma vez ingresso na graduação, a aprendizagem deste aluno passa a ser responsabilidade da instituição. Esta deve assegurar-se de que ele está obtendo a formação necessária e compatível com o diploma que receberá ao final do curso e com a função que este profissional exercerá após a conclusão de seu curso.

No caso da disciplina Bioquímica 1, os alunos apresentam um alto grau de dificuldade; entrevistas informais nos mostram que parte deles é imediato em reconhecer que as dificuldades estão associadas a lacunas de formação. A ausência de contato com conteúdos de química e física, por exemplo, dada a natureza multidisciplinar da Biologia, acaba por trazer uma série de problemas para a aprendizagem de determinados conteúdos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, especialmente para uma disciplina como a Bioquímica 1.

Uma aluna escreveu em um questionário de avaliação desta disciplina que, dado o fato de nunca ter estudado química e física, sua sensação ao estudar Bioquímica era a de *“ter começado a ler um livro pela metade, perdendo um monte de informações e ficando sem entender nada”*; outros alunos conjugam suas dificuldades a uma percepção de que o conteúdo da disciplina é muito aprofundado, incompatível com a formação de um professor de ciências. O que talvez não esteja claro, ainda, para os que apresentam esse pensamento é o que significa, de fato, ser professor de ciências.

Ser professor, de qualquer disciplina, requer, ao mesmo tempo, ter clareza de objetivos a serem atingidos com os alunos e da intervenção pedagógica que serão capazes de realizar para este fim, com flexibilidade e sensibilidade. No caso específico do ensino de ciências, é necessário também reconhecer a real possibilidade de entender o conhecimento científico e sua importância na formação dos alunos da educação básica, uma vez que ele contribui efetivamente para a ampliação da capacidade de compreensão e atuação no mundo em que vivemos (BIZZO, 2007).

Contribuir para isso é, durante a formação do professor de ciências, proporcionar-lhe o acesso a informações precisas, aprofundadas, associadas a orientações de como atualizar os conhecimentos já internalizados, caminhando para o desenvolvimento de uma autonomia que o permita, em sala de aula, lidar com questões as mais variadas possíveis sem que a possibilidade de um aluno fazer uma pergunta se torne um fantasma sentado em cada carteira, junto de cada estudante. É oferecer a este professor em formação uma base de conteúdos consistente e o máximo de caminhos possíveis para que ele selecione, dentre as opções, aqueles que quer ou precisa trilhar, a seu tempo.

Há inúmeros caminhos para alcançar esse oferecimento. As conteudistas da disciplina já fizeram algumas tentativas na busca de uma melhora do aproveitamento dos alunos em Bioquímica 1.

Na grade da Licenciatura em Ciências Biológicas do Cederj, Bioquímica foi pensada, inicialmente, para ser cursada pelos alunos logo no início do Ensino Superior (primeiro período). Na UFRJ e nas demais consorciadas, isso não acontece, uma vez que o aluno tem de, primeiramente, cursar disciplinas como Química Geral, Química Orgânica e Cálculo logo nos primeiros semestres, antes das Bioquímicas. Na percepção do Conselho de Estratégias Acadêmicas, formado por membros das universidades responsáveis por conceber estratégias voltadas para favorecer processos de

aprendizagem, uma forma de evitar que, logo de início, houvesse uma grande evasão de estudantes por desinteresse era colocá-los diretamente em contato com disciplinas “mais biológicas”, em vez de somente cursarem disciplinas de conteúdos correlatos. Isso seria uma maneira de aproximar o aluno do contexto biológico logo no início da sua formação, de maneira que outros conteúdos correlatos, na forma de disciplinas, fossem dispersados, e não concentrados no início da formação do licenciando em Ciências Biológicas.

No entanto, ao colocar Bioquímica 1 no primeiro período, mais uma variável poderia estar sendo acrescentada ao mal desempenho dos alunos – o fato de que a maioria deles estava se deparando com uma realidade nova, uma vez que a modalidade de ensino, a distância, possui especificidades com as quais, antes, eles não tinham convivido.

Esta realidade envolve aprender não mais ouvindo alguém falar sobre um conteúdo, mas ler sobre ele. Por esse motivo, uma preocupação particular deve ser tomada com o material didático.

Construir um material didático que consiga, ao mesmo tempo, preencher as lacunas de conteúdo dos alunos e conduzi-lo a “voar solo” na complementação de sua formação é um enorme desafio - que pode até ser impossível de se atingir, dadas as características que os alunos possuem de antemão e as lacunas que antecedem a sua entrada em um curso de graduação e que residem em uma formação básica deficitária. De qualquer forma, acredito, seja uma mais um caminho a ser trilhado na direção de minimizar os problemas que os alunos possuem com a aprendizagem de Bioquímica.

Comentando características do material, em si, é necessário que, primordialmente, este seja íntegro, tanto do ponto de vista (1) da qualidade do seu conteúdo quanto (2) do ponto de vista instrucional.

Quanto ao primeiro caso, a qualidade da informação veiculada está assegurada, como já dissemos, pela excelência dos professores que foram indicados para elaborá-lo; estratégias diversas para melhoria da aprendizagem, pensadas e implementadas nas turmas de alunos que cursaram Bioquímica 1 no Cederj, como é possível observar a partir do histórico relatado da disciplina, foram realizadas no sentido de minimizar o impacto negativo que uma formação deficitária é capaz de exercer tanto no desempenho quanto na permanência dos alunos no curso (figura 6).

Quanto ao segundo, atualmente, o Cederj conta com um setor com cerca de 20 profissionais trabalhando nas aulas que estão sendo produzidas, a fim de que elas tenham garantida a sua integridade instrucional.

Resumidamente, a Integridade Instrucional pode ser definida pela presença de três elementos:

- objetivos de aprendizagem precisos, que explicitem ao aluno o que ele deve ser capaz de realizar ao término do seu estudo;
- uma informação clara, precisa, desenvolvida de acordo com as necessidades de seu público-alvo, veiculada por meio de uma arquitetura articulada;
- atividades que sejam parte ativa do processo de aprendizagem, ao mesmo tempo, favorecendo a autonomia do aluno, o desenvolvimento de suas habilidades cognitivas, a sua capacidade de resolução de problemas, dentre outros aspectos que discutiremos com mais detalhes no próximo capítulo.

Assim como revelou a análise dos materiais dessa disciplina, há, de fato, um comprometimento instrucional, que deve-se ao fato de que o suporte voltado para a implementação elementos instrucionais nos materiais didáticos não era oferecido aos

professores, no Cederj, na época em que, dentre outras disciplinas, Bioquímica 1 foi elaborada. Este comprometimento foi percebido pelos tutores da disciplina que, em entrevistas livres a respeito do material de Bioquímica 1, apresentaram depoimentos como os que listamos a seguir:

“Os alunos têm dificuldade de saber o que precisam saber depois de estudar uma aula”.

“Às vezes nem todo o conteúdo da aula é abrangido nos exercícios. Tem coisas que eles [alunos] lêem e não têm como ver se entenderam direito.”

Estes tutores mostraram, pelas suas falas, que a ausência dos elementos instrucionais poderia estar afetando negativamente a aprendizagem de um determinado conteúdo - Bioquímica - a distância, somando-se aos problemas já mencionados. Lacunas instrucionais como as detectadas no material de Bioquímica 1 possivelmente acarretam em mais obstáculos para o aluno no momento de sua aprendizagem.

Neste contexto, parece bastante razoável que uma nova investida no sentido de tentar reverter o quadro indesejável que, a despeito das diversas estratégias adotadas, observamos em Bioquímica 1 devesse acontecer na direção da reformulação do material didático. Esta reformulação foi feita como parte desta tese e será apresentada no próximo capítulo.

3. Design Instrucional & Bioquímica 1

3.1. Design Instrucional para materiais impressos

Nunca se discutiu tanto a Educação a Distância quanto nos dias atuais, o que denota à EAD um caráter revolucionário, quando, na verdade, ela apenas tem um caráter evolucionário (WILLIS, 1994). Essa evolução se refere, dentre outros aspectos, ao uso de novas tecnologias para mediar os processos de ensino e aprendizagem, assim como novas estratégias para uso de velhas tecnologias. A esse conjunto de estratégias voltadas para assegurar a qualidade da instrução em materiais que pretendem ensinar algum conteúdo ou procedimento chamamos Design Instrucional (BARRETO *et al*, 2007).

O Design Instrucional de materiais impressos voltados para a Educação a Distância, para aprendizes que possuem seus próprios estilos de aprendizagem e estudam sozinhos na maior parte do tempo apresenta alguns fatores distintivos em relação aos materiais impressos utilizados como suporte para cursos presenciais – os livros-texto (LOCKWOOD, 1998). Alguns destes fatores estão listados na Tabela 2.1:

Tabela 2.1: Distinções entre livros-texto convencionais e materiais didáticos utilizados para Educação a Distância. (Adaptado de LOCKWOOD, 1998)

Livros-texto	Materiais didáticos para EAD
Escrito para um público genérico	Escrito especificamente para determinado público
Raramente explicitam objetivos de aprendizagem	Sempre explicitam objetivos de aprendizagem
Raramente antecipam elementos de organização prévia ao estudo de determinado conteúdo	Antecipam elementos de organização prévia ao estudo de determinado conteúdo
Presume interesse	Desperta interesse
Conteúdo conciso	Conteúdo desdobrado

Estilo impessoal Normalmente uma rota de estudo	Estilo pessoal Diversas rotas de estudo
Pode ser lido passivamente Poucas ou nenhuma oportunidade de testar ou monitorar o progresso na aprendizagem	Requer respostas ativas a todo tempo Constante oportunidade de testar ou monitorar o progresso na aprendizagem

É possível agrupar as diferenças existentes entre os livros utilizados como materiais de apoio a cursos presenciais e os materiais utilizados para substituir a presença do professor na EAD em três grupos: relativos ao planejamento, à informação e uso da linguagem e relativos à participação do aprendiz ativamente no seu processo de aprendizagem e utilização do material.

O uso apropriado destes três grupos de elementos instrucionais são o alicerce de um bom design instrucional para materiais didáticos voltados para a educação a distância (BARRETO *et al*, 2007); neste trabalho, apresentaremos estes três grupos aplicados à reformulação do material didático da disciplina Bioquímica 1 do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Consórcio Cederj.

3.2. Metodologia

3.2.1. Reformulação:

3.2.1.a. Estrutura:

O material didático original da disciplina Bioquímica 1 do curso de Licenciatura do Cederj era composto por 36 aulas, segundo a seguinte estruturação:

Volume 1:

- Aula 1 - Introdução à Bioquímica e às Biomoléculas
- Aula 2 - A água e suas propriedades
- Aula 3 - A estrutura molecular da água
- Aula 4 - Soluções Aquosas
- Aula 5 - Ácidos e Bases
- Aula 6 - pH
- Aula 7 - Tampões
- Aula 8 - Introdução aos aminoácidos
- Aula 9 - Propriedades químicas dos aminoácidos I
- Aula 10 - Propriedades químicas dos aminoácidos II
- Aula 11 - Proteínas I: uma introdução
- Aula 12 - Proteínas II: Estrutura secundária
- Aula 13 - Proteínas III: Estrutura terciária e quaternária
- Aula 14 - Proteínas IV: enovelamento protéico
- Aula 15 - Proteínas V: proteínas fibrosas

- Aula 16 - Proteínas VI: proteínas globulares (hemoglobina e mioglobina)
- Aula 17 - Estruturas supramoleculares: agregados protéicos e os vírus
- Aula 18 e 19 - As proteínas virais e seu papel na infecção [estudo dirigido]

Volume 2:

- Aula 20 - Enzimas I: introdução às enzimas
- Aula 21 - Enzimas II: o sítio ativo das enzimas
- Aula 22 e 23 - Aula prática de cinética enzimática
- Aula 24 - Consolidação dos conceitos de cinética enzimática
- Aula 25 - As vitaminas
- Aula 26 - Lipídeos I
- Aula 27 - Lipídeos II: os triacilgliceróis
- Aula 28 - Lipídeos III: lipídeos de membrana
- Aula 29 - Lipídeos: a organização dos fosfolipídeos nas membranas biológicas
- Aula 30 - Lipídeos IV: outros lipídeos
- Aula 31 - Lipídeos V: as lipoproteínas
- Aula 32 - Carboidratos I
- Aula 33 - Carboidratos II
- Aula 34 - Carboidratos III
- Aula 35 - Carboidratos IV
- Aula 36 - Glicoproteínas

Destas 36 aulas:

- 27 foram reformuladas do ponto de vista do seu design instrucional, sendo que 22 foram aprovadas pela coordenadora da disciplina, diagramadas e impressas até o presente momento;

- a aula de vitaminas foi reescrita, com conteúdo novo;
- uma aula sobre colesterol e aterosclerose foi criada;
- o bloco de carboidratos foi completamente reescrito;
- as duas aulas práticas não foram alteradas, apenas retiradas do material impresso;
- o estudo dirigido foi modificado e retirado do material impresso.

Tanto as aulas práticas quanto o estudo dirigido foram retirados do volume impresso a pedidos da coordenadora da disciplina, que, desta maneira, tem maior flexibilidade para propor outras atividades e alterar datas dessas atividades presenciais em função de contratempos que porventura se apresentem.

A aula de vitaminas apresentava necessidades específicas relacionadas à sua estruturação e conteúdo que demandaram uma intervenção mais drástica, fazendo com que ela fosse transformada em uma aula completamente diferente da original, com elaboração de conteúdo original, e não apenas desenvolvimento do que havia. Pelos mesmos motivos, o bloco de carboidratos foi completamente revisto, com construção de um novo mapa conceitual, uma nova redistribuição dos conteúdos a serem abordados e uma nova abordagem, atendendo a solicitações da coordenadora da disciplina.

Dado o fato de que este grau de intervenção não é compatível com a proposta a que este trabalho se destina, isto é, a reformulação instrucional do material de Bioquímica 1, apenas serão escopo da discussão que se seguirá as 27 aulas cujo conteúdo foi mantido e a parte instrucional foi alterada, a saber:

Volume 1:

- Aula 1 – Você sabe o que é Bioquímica?

- Aula 2 - A água e suas propriedades - parte 1
- Aula 3 - A água e suas propriedades - parte 2
- Aula 4 - Soluções Aquosas
- Aula 5 - O que são ácidos e bases?
- Aula 6 - O que é pH de uma solução?
- Aula 7 - O que é uma solução-tampão?
- Aula 8 - Introdução aos aminoácidos
- Aula 9 - Propriedades químicas dos aminoácidos I
- Aula 10 - Mais propriedades químicas dos aminoácidos

Volume 2:

- Aula 11 - Proteínas I: uma introdução
- Aula 12 - Proteínas II: você sabe o que é estrutura secundária de uma proteína?
- Aula 13 - Proteínas III: Agora, sim: as proteínas “no espaço”!
- Aula 14 - Proteínas IV: Como as proteínas adquirem as suas estruturas terciárias (ou quaternárias)?
- Aula 15 - Proteínas 5: Você já ouviu falar em proteínas fibrosas?
- Aula 16 - Proteínas 6: proteínas globulares - a maioria delas
- Aula 17 - Quando as proteínas se tornam mais... - parte 1: os agregados supramoleculares
- Aula 18 - Quando as proteínas se tornam mais... - parte 2: os vírus
- Aula 19 - Sobre as famosas enzimas - parte 1: uma introdução
- Aula 20 - Sobre as famosas enzimas - parte 2: já ouviu falar em sítio ativo das enzimas?
- Aula 21 - Cinética Enzimática: partindo da prática para a teoria

Volume 3:

- Aula 23 - Lipídeos I - uma introdução
- Aula 24 - Lipídeos II- Você sabe o que são os triglicerídeos?
- Aula 25 - Lipídeos III - Os Lipídeos que compõem as membranas
- Aula 26 - Lipídeos IV: Como se organizam os lipídeos em uma membrana biológica
- Aula 27 - Lipídeos V: Mais lipídeos, mais funções...
- Aula 28 - Lipídeos VI: Como os lipídeos são transportados pelo nosso corpo

3.2.1.b. O processo de reformulação:

Os arquivos das aulas do material original, em formato de edição de texto, foram disponibilizados pelo Cederj para que pudéssemos fazer a reformulação do material didático da disciplina Bioquímica 1.

Cada aula era integralmente lida antes de qualquer modificação ser realizada, para que soubéssemos o escopo de abordagem conceitual a que ela se destinava.

Em seguida, pesquisas eram realizadas, tanto em livros clássicos de Bioquímica (e.g. Lehninger - Principles of Biochemistry, Bioquímica - Voet, Bioquímica - Stryer) e Biologia Celular (e.g. Molecular Cell Biology e Molecular Biology of the Cell) quanto a periódicos, *sites* de universidades brasileiras e estrangeiras, buscando informações adicionais sobre os conteúdos a serem abordados naquela unidade didática.

A partir daí, a aula começava a ser reformulada, incluindo:

- Meta da aula - apresenta aquilo que o professor se propõe a fazer naquela aula;
- Objetivos precisos - expressam ações e competências que o aluno deverá atingir ao final do estudo da aula;

- Pré-requisitos detalhados – conceitos prévios e específicos que o aluno deverá lembrar antes de iniciar o estudo daquela aula;
- Introdução contextualizadora, quer dentro da disciplina, quer relacionando os conceitos que seriam abordados ao cotidiano do aluno;
- Núcleos conceituais bem desenvolvidos, definidos em seções, que oferecessem subsídios teóricos para que os objetivos listados no início da aula pudessem ser alcançados pelos alunos, redigidos em uma linguagem direta e em tom de conversa (ROWNTREE, 1994);
- Atividades contextualizadas, que solicitassem do aluno uma postura ativa durante o estudo do material e o uso e desenvolvimento de capacidades intelectuais diversas;
- Respostas comentadas para as atividades, justificando o acerto e comentando possíveis erros;
- Elementos periféricos voltados ora para aprofundamento do conteúdo do texto central, ora para ressaltar a importância de determinadas informações, para fazer correlações com elementos do cotidiano, explicar conceitos básicos que o aluno deveria saber de antemão para estudar aquela aula (por exemplo, conceitos de química e matemática de nível médio), apresentar curiosidades ou orientar o aluno para busca de informações adicionais fora do material didático impresso (i.e. *sites*, filmes);
- Elementos imagéticos que ilustrassem ou explicassem conceitos, associados, no segundo caso, a legendas bastante desenvolvidas, que descrevessem para o aluno exatamente como observar aquela imagem, o que era possível ver e interpretar de acordo com o contexto daquela aula.

Os elementos instrucionais mencionados serão mais detalhados na parte de resultados, quando apresentaremos também o que foi feito durante a reformulação.

Após a reformulação, o arquivo digital de cada aula era enviado por e-mail para profa. Andréa Da Poian aprovar as modificações e inserções realizadas. A aula reformulada, trabalhada em um arquivo de editor de texto, apresentava o que era do material original escrito em preto e o que havia sido adicionado/ modificado, em vermelho. Essa diferença de cores tinha como objetivos (1) facilitar a identificação, por parte da profa. Andréa, do que havia sido alterado nas aulas e (2) viabilizar a análise dos tipos e graus de intervenções realizados durante o processo de reformulação do material didático impresso, o que foi realizado posteriormente e cujo procedimento executado está descrito a seguir.

3.2.2. A análise do material reformulado

As aulas do material reformulado foram cuidadosamente relidas; as intervenções em vermelho foram mapeadas, segundo os seguintes aspectos:

Caráter das inserções no texto principal:

- Desenvolvimento de conteúdo;
- Elemento de coesão;
- Elementos de clareza;
- Elementos de precisão;
- Caracterização de tom de conversa;
- Trechos de contextualização.

Sobre as atividades:

- Número de atividades
- Tipo de atividades inseridas, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do MEC, utilizados para nortear a elaboração do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (BRASIL, 1999);
- Proporção de atividades do tipo identificação/ interpretação em relação às demais;
- Proporção entre texto nas atividades e respostas comentadas e o texto principal.

Sobre elementos imagéticos:

- Número total de imagens e média por aula;
- Número total de imagens ilustrativas e média por aula;
- Número total de imagens de caráter humorísticos e média por aula;
- Número total de esquemas de caráter explicativo e média por aula;
- Origem das imagens – reutilizadas, adaptadas ou novas;
- Legendas explicativas – número e tamanho;
- Proporção entre as legendas explicativas e o texto principal.

Sobre elementos periféricos:

- Número e tamanho das caixas de explicação expandida criadas a partir do texto original (remanejamento de informação);
- Número e tamanho das caixas de explicação expandida inteiramente originais;
- Número e tamanho das caixas de ênfase criadas a partir do texto original (remanejamento de informação);
- Número e tamanho das caixas de ênfase inteiramente originais;
- Número e tamanho das caixas de curiosidade criadas a partir do texto original (remanejamento de informação);

- Número e tamanho das caixas de curiosidade inteiramente originais;
- Número e tamanho das caixas de conexão com outras mídias criadas a partir do texto original (remanejamento de informação);
- Número e tamanho das caixas de conexão com outras mídias inteiramente originais;
- Número e tamanho das caixas de dicionário criadas a partir do texto original (remanejamento de informação);
- Número e tamanho das caixas de dicionário inteiramente originais;
- Proporção entre texto em elementos periféricos e o texto principal.

Utilizando a ferramenta “Contar caracteres” do editor de texto Microsoft Word mensuramos o tamanho dos textos mencionados nas categorias recém expostas. Todos os valores foram lançados em uma planilha do Microsoft Excel, onde os percentuais de intervenção em cada categoria puderam ser calculados e transformados em gráficos, os quais estão apresentados na seção resultados deste capítulo.

3.3. O material reformulado e os elementos instrucionais

O material didático da disciplina Bioquímica 1 do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Consórcio Cederj foi reformulado segundo os princípios que definem um design instrucional apropriado para materiais didáticos impressos para Educação a Distância (BARRETO *et al*, 2007; LOCKWOOD, 1992; ROWNTREE, 1994).

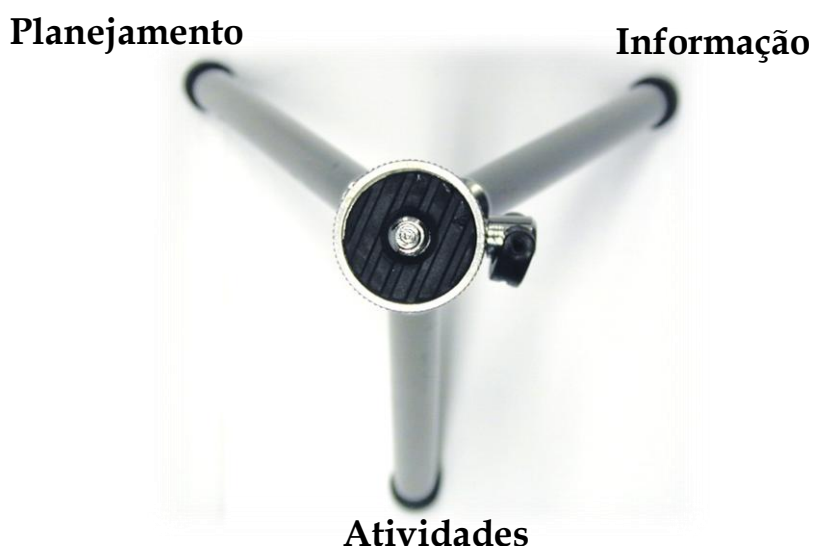


Figura 7: Os três elementos que alicerçam o design instrucional de materiais didáticos impressos para EAD: planejamento, informação e atividades.

Em todo o material foi garantida estreita relação entre núcleos conceituais apresentados, objetivos de aprendizagem listados no início de cada aula e atividades propostas ao longo do material, relacionadas a estes objetivos.

A seguir, apresentaremos esses três elementos instrucionais, sua importância e como foram aplicados ao material de Bioquímica 1.

3.3.1. No que concerne ao Planejamento:

3.3.1.a. Objetivos de aprendizagem

Por ser uma modalidade de ensino na qual os encontros entre professores e alunos e alunos e membros da instituição estão restritos, na Educação a Distância é necessário ter um grau de formalidade no planejamento do processo de ensino muito mais elevado do que freqüentemente é observado no ensino presencial. Uma vez que o aprendiz não está diante de seu professor, percebendo as diferenças na entonação de sua voz ao se referir a determinados conteúdos, podendo questioná-lo acerca da relevância de determinados temas, é fundamental que prioridades em um conteúdo estranho ao estudante sejam explicitadas logo no início de cada aula.

Este planejamento vem, segundo THOMPSON (2005), da resposta que o professor deve ser capaz de formular para as seguintes perguntas:

- Quais são os conteúdos mais relevantes nesta aula?
- O que o aluno deve estar apto a realizar após estudar esta aula?
- Qual é o grau de aprofundamento no conteúdo que o aprendiz precisa alcançar?

A partir desta reflexão, o professor está apto a explicitar para seus alunos (1) o que pretende realizar naquela aula, o que chamamos no Cederj de Meta da Aula, e (2) a contrapartida que espera do aluno, ou seja, quais são os objetivos de aprendizagem que

ele deve ser capaz de atingir ao terminar o estudo de determinada aula. Estes objetivos devem ser divulgados logo antes de o aprendiz começar a ler o conteúdo da aula propriamente dita, em termos claros e precisos, que não deixem dúvidas a respeito da ação que ele deverá ser capaz de realizar após concluir seu estudo (ROWNTREE, 1994).

O material reformulado apresenta objetivos de aprendizagem precisos, explicitados no início de cada aula. Algumas das aulas do material original de Bioquímica 1 apresentavam, sob o termo objetivo, o que chamamos no Cederj, atualmente, de meta.

As metas são escritas em termos do que o professor pretende fazer em determinada aula; pode, e deve, ser desdobrada em ações que deverão ser realizadas pelo aluno após o desenvolvimento do conteúdo enunciado – os objetivos.

A seguir, alguns exemplos:

A água e suas propriedades AULA 2

objetivo

• O objetivo desta aula é mostrar a você as várias propriedades da água, para que adiante seja mais fácil compreender a participação desta importante molécula nos diversos processos biológicos. A maioria das reações químicas que ocorrem nos seres vivos se dá em meio aquoso, e, além disso, a água, muitas vezes, pode participar diretamente de algumas dessas reações.

• O objetivo desta aula é mostrar a você as várias propriedades da água, para que adiante seja mais fácil compreender a participação desta importante molécula nos diversos processos biológicos. A maioria das reações químicas que ocorrem nos seres vivos se dá em meio aquoso, e, além disso, a água, muitas vezes, pode participar diretamente de algumas dessas reações.

Figura 8: Página de rosto da aula 2 do material original, apresentando a redação de seus objetivos.

A água e suas propriedades – parte 1

AULA **2**

4ª edição reformulada

Meta da aula
Apresentar algumas propriedades da água, como calor específico, calor de vaporização, densidade e tensão superficial.

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 aplicar o conceito de calor específico;
- 2 identificar a participação do calor de vaporização no controle de temperatura;
- 3 definir densidade;
- 4 visualizar tensão superficial da água.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 aplicar o conceito de calor específico;
- 2 identificar a participação do calor de vaporização no controle de temperatura;
- 3 definir densidade;
- 4 visualizar tensão superficial da água.

Figura 9: Página de rosto da aula 2 do material reformulado, apresentando a nova redação de seus objetivos.

Tampões

AULA **7**

objetivos

Na Aula 5, discutimos os conceitos de ácidos e bases. Segundo a definição de Brønsted e Lowry, são ácidas as substâncias capazes de doar prótons (H^+) e básicas aquelas capazes de receber prótons. Vimos também que o pH reflete a concentração de prótons de uma solução. Na aula de hoje, vamos explorar outras propriedades de alguns ácidos e bases, compreendendo sua importância para diversos processos biológicos.

• Nesta aula, vamos definir o que é uma solução-tampão e compreender seu funcionamento. Para isso, vamos explorar o comportamento dos ácidos em solução e trabalhar com sua constante de dissociação (ionização).

Na Aula 5, discutimos os conceitos de ácidos e bases. Segundo a definição de Brønsted e Lowry, são ácidas as substâncias capazes de doar prótons (H^+) e básicas aquelas capazes de receber prótons. Vimos também que o pH reflete a concentração de prótons de uma solução. Na aula de hoje, vamos explorar outras propriedades de alguns ácidos e bases, compreendendo sua importância para diversos processos biológicos.

Nesta aula, vamos definir o que é uma solução-tampão e compreender seu funcionamento. Para isso, vamos explorar o comportamento dos ácidos em solução e trabalhar com sua constante de dissociação (ionização).

Figura 10: Página de rosto da aula 7 do material original, apresentando a redação de seus objetivos.

O que é solução-tampão?

AULA 7

4ª edição reformulada

Meta da aula
Apresentar o que é solução-tampão e como ela é capaz de manter seu pH constante.

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 definir solução-tampão;
- 2 calcular o pK de soluções pela equação de Handerson e Hasselbach;
- 3 relacionar pK com faixa de tamponamento;
- 4 relacionar o sistema de tamponamento do sangue com a taxa respiratória.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 definir solução-tampão;
- 2 calcular o pK de soluções pela equação de Handerson e Hasselbach;
- 3 relacionar pK com faixa de tamponamento;
- 4 relacionar o sistema de tamponamento do sangue com a taxa respiratória.

Figura 11: Página de rosto da aula 7 do material reformulado, apresentando a nova redação de seus objetivos.

Conforme o que foi possível observar no material original da Aula 7, último exemplo apresentado, havia aulas que apresentavam como objetivos um texto que tinha caráter introdutório:

Introdução aos aminoácidos

AULA 8

objetivos

• Na aula de hoje vamos conhecer esta molécula em mais detalhes, dando ênfase a algumas de suas propriedades químicas. Além disso, é sempre bom sabermos o que estamos comendo e para que serve o que estamos ingerindo. Compreender o que são os aminoácidos e como participam na formação das proteínas é fundamental para compreendermos a existência da vida como a conhecemos.

Na aula de hoje vamos conhecer esta molécula em mais detalhes, dando ênfase a algumas de suas propriedades químicas. Além disso, é sempre bom sabermos o que estamos comendo e para que serve o que estamos ingerindo. Compreender o que são os aminoácidos e como participam na formação das proteínas é fundamental para compreendermos a existência da vida como a conhecemos.

Figura 12: Página de rosto da aula 8 do material original, apresentando a redação de seus objetivos, com caráter introdutório.

Introdução aos aminoácidos
AULA 8
4ª edição reformulada

Meta da aula
Apresentar o que são aminoácidos, com ênfase em algumas das suas propriedades químicas.

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 caracterizar a estrutura de um aminoácido;
- 2 identificar moléculas quirais.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 caracterizar a estrutura de um aminoácido;
- 2 identificar moléculas quirais.

Figura 13: Página de rosto da aula 8 do material reformulado, apresentando a nova redação de seus objetivos.

Embora haja mais exemplos dos casos apresentados, a maioria das aulas apresentava objetivos de aprendizagem redigidos de maneira imprecisa. A seguir, alguns exemplos:

AULA 14

**Proteínas IV:
enovelamento protéico**

Na aula anterior usamos como exemplo o cadarço de sapato amarrado com o objetivo de mostrar como seria a estrutura terciária de uma proteína. Agora vamos discutir **os mecanismos** que fazem com que o cadarço se amarre e se mantenha amarrado e **o modo** pelo qual isso se processa.

objetivo

- Aprender como se processa o enovelamento protéico e conhecer as proteínas que auxiliam no enovelamento protéico.

No caso do nosso exemplo, é a mão da pessoa que amarra o sapato. E na célula? Quem desempenha a função da mão que ajuda as proteínas a se enovelarem? Será que existe uma "mão", algum elemento que auxilie este processo, ou será que as proteínas se enovelam sozinhas?

Na aula anterior usamos como exemplo o cadarço de sapato amarrado com o objetivo de mostrar como seria a estrutura terciária de uma proteína. Agora vamos discutir **os mecanismos** que fazem com que o cadarço se amarre e se mantenha amarrado e **o modo** pelo qual isso se processa.

• Aprender como se processa o enovelamento protéico e conhecer as proteínas que auxiliam no enovelamento protéico.

No caso do nosso exemplo, é a mão da pessoa que amarra o sapato. E na célula? Quem desempenha a função da mão que ajuda as proteínas a se enovelarem? Será que existe uma "mão", algum elemento que auxilie este processo, ou será que as proteínas se enovelam sozinhas?

Figura 14: Página de rosto da aula 14 do material original, destacando a redação de seus objetivos, imprecisos segundo Rowntree (1994).

AULA 14

**Proteínas 4 – Como as
proteínas adquirem as
suas estruturas terciárias
(ou quaternárias)?**

4ª edição
reformulada

Meta da aula

Apresentar como acontece o enovelamento protéico e as proteínas que auxiliam este processo.

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1º analisar o experimento de Anfinsen sobre enovelamento protéico;
- 2º caracterizar o processo de enovelamento protéico assistido.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1º analisar o experimento de Anfinsen sobre enovelamento protéico;
- 2º caracterizar o processo de enovelamento protéico assistido.

Figura 15: Página de rosto da aula 14 do material reformulado, destacando a nova redação de seus objetivos, precisos segundo Rowntree (1994).

Proteínas VI:
proteínas globulares
(hemoglobina e mioglobina)

AULA 16

objetivos

- Conhecer as proteínas globulares e compreender como a estrutura das proteínas é completamente adaptada à sua função.

- Conhecer as proteínas globulares e compreender como a estrutura das proteínas é completamente adaptada à sua função.

Figura 16: Página de rosto da aula 16 do material original, destacando a redação de seus objetivos, imprecisos segundo Rowntree (1994).

Proteínas 6: proteínas globulares – a maioria delas

AULA 16

4ª edição reformulada

Meta da aula
Apresentar as proteínas globulares, relacionando a estrutura que apresentam à função que exercem.

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 identificar características de uma proteína globular;
- 2 descrever a função do grupamento heme no sangue;
- 3 diferenciar a ligação de oxigênio na hemoglobina e na mioglobina, de acordo com as estruturas das duas proteínas;
- 4 descrever o *Efeito Bohr*.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- 1 identificar características de uma proteína globular;
- 2 descrever a função do grupamento heme no sangue;
- 3 diferenciar a ligação de oxigênio na hemoglobina e na mioglobina, de acordo com as estruturas das duas proteínas;
- 4 descrever o *Efeito Bohr*.

Figura 17: Página de rosto da aula 14 do material reformulado, destacando a nova redação de seus objetivos, precisos segundo Rowntree (1994).

3.3.1.b. Elementos de organização prévia

O planejamento de aulas impressas para a Educação a Distância, embora majoritariamente expresso via objetivos de aprendizagem, não se restringe a este elemento instrucional. Há outros elementos que favorecem a organização prévia do aluno antes do início do seu estudo, como é o caso dos pré-requisitos.

Os pré-requisitos, expressos também no início de cada aula, indicam conceitos que devam ser revistos pelo estudante em aulas anteriores para que o conteúdo daquela aula específica que ele começará a estudar seja mais facilmente compreendido.

No material original de Bioquímica 1, as aulas que apresentavam pré-requisitos, por vezes, os tinham redigidos de maneira que a orientação para o aluno acerca de conceitos que ele deveria revisar não era precisa. Este é o caso do exemplo a seguir:

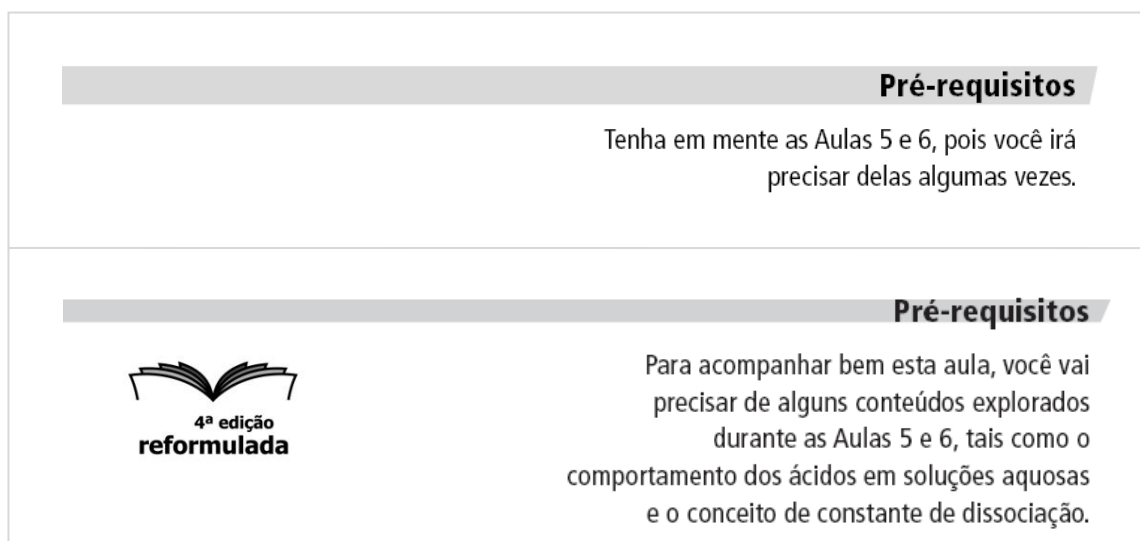



Figura 18: Exemplo de pré-requisitos do material original (superior) e o mesmo no material reformulado (inferior). No material reformulado, as informações acerca do que se esperava que o aluno revisse antes de iniciar seus estudos são bastante mais detalhadas e, portanto, mais orientadoras do estudo deste aprendiz.

Uma vez que o conteúdo original das aulas foi preservado nas 27 aulas reformuladas, a necessidade de pré-requisitos gerada especificamente pela reformulação aconteceu em apenas uma aula; nesta (Aula 2), uma atividade de caráter prático foi inserida, fazendo com que determinados materiais precisassem estar à mão do aluno no momento do seu estudo. A fim de possibilitar a organização do estudo do aluno, estes materiais foram antecipados logo na primeira página da aula, na forma de pré-requisitos.



4ª edição
reformulada

Pré-requisitos

Para compreender todos os conteúdos que serão explorados, você precisa se lembrar de alguns conhecimentos de Ciências adquiridos na escola, tais como os estados físicos da água. Além disso, é bom ter em mente o modelo atômico aceito atualmente, que você aprendeu no Ensino Médio. Assim, ter ao alcance das mãos seus livros de Química do Ensino Médio é uma boa dica. Você precisará também de alguns materiais bastante simples para executar uma das atividades, como copo, água, agulha, detergente, conta-gotas e pinça.

Figura 19: Exemplo de pré-requisitos gerado a partir de inserção de atividade prática no material reformulado, a qual não figurava o material original.

3.3.2. Informação e Linguagens

Passamos, agora, à parte da reformulação referente ao segundo dos três elementos que alicerçam o design instrucional de materiais didáticos impressos para EAD: informação e linguagens, conforme apresentamos na figura 7, repetida abaixo.



Segundo Thomas (1984), não há substituto viável [para veicular uma informação quando a comunicação é mediatizada] para um texto bem escrito, com sua prosa claramente organizada no sentido de facilitar a compreensão e os efeitos que podem ser desencadeados por um discurso escrito desta maneira.

De fato, a base de todo e qualquer material impresso com fim instrucional certamente está no seu texto, que veicula boa parte da informação que se pretende ensinar, por vezes associado a um outro tipo de linguagem, como a imagética. Um texto bem escrito para Educação a Distância, permeado por recursos visuais pertinentes, exerce muito mais papéis na aprendizagem do que se pode supor à primeira vista, uma vez que é capaz de despertar no aluno motivação, interesse, curiosidade, envolvê-lo diretamente na sua aprendizagem ao questioná-lo sobre determinados pontos do conteúdo, inquietá-lo e instigá-lo a buscar mais informações etc (ROWNTREE, 1994).

Como construir um texto capaz de exercer todas essas funções é um desafio com o qual se deparam, a todo tempo, autores e designers instrucionais de materiais de auto-instrução para EAD; é possível antecipar que esta tarefa está relacionada à observação de dois universos simultaneamente: (1) a construção textual em si, na qual nos preocupamos com a escolha das palavras e construção das sentenças e parágrafos, a fim de alcançar precisão, clareza, coesão e desenvolvimento suficiente das informações veiculadas, levando-se em consideração o público para quem se destina o material e (2) a arquitetura da informação, na qual é necessário estar atento à disposição desta informação, à sua organização lógica e conceitual e a possíveis desdobramentos desta informação, de forma que uma única aula possa ser lida de maneiras diferentes por diferentes alunos. Além disso, permear o texto com elementos imagéticos, um outro tipo de linguagem que atende a outros perfis de aprendizagem, favorece, ao cabo, a apreensão de informação por parte dos alunos. Comentaremos construção textual, arquitetura da informação e uso do elemento imagético a seguir.

3.3.2.a. O microuniverso da construção textual de uma aula: precisão, clareza e coesão

No Cederj, as aulas do material impresso têm como objetivo, no que concerne à linguagem, reproduzir o equivalente escrito de uma aula, na qual o texto se remete diretamente ao aprendiz a todo tempo, tratando-o pelo pronome pessoal “você”. Com isso, o texto assume, automaticamente, um tom de conversa e de menor formalidade, que deve estar expreso também na seleção vocabular feita para explicar todo o conteúdo daquela aula, bem como na forma como as frases são construídas.

A escolha de palavras que, provavelmente, façam parte do vocabulário cotidiano dos alunos traz consigo a dissipação de uma dificuldade adicional ao seu estudo – entender os vocábulos para depois se preocupar em entender a informação que eles carregam. Aliada à seleção das palavras, a estrutura das sentenças em ordem direta contribui para a simplicidade de compreensão de um texto que, dado o conteúdo da disciplina Bioquímica 1, carrega consigo uma informação complexa.

Nas aulas do material original de Bioquímica, era freqüente observar o texto em tom de conversa, se dirigindo diretamente ao aluno, de forma a trazer a sensação de, de fato, estarmos diante de uma aula por escrito. Deste ponto de vista, a linguagem não teve alterações significativas.

No entanto, na interface entre a linguagem e a informação expressa por meio dela houve necessidade de intervenções voltadas para aumentar a clareza, precisão e a coesão do texto.

Intervenções de clareza podem ser feitas tanto no corpo principal do texto quanto em elementos periféricos, como os verbetes (notas laterais de definição de um termo). Elas são definidas pela sua habilidade de aumentar do potencial de compreensão de uma informação, por exemplo:

- explicitando informação que tenha ficado implícita;
- facilitando a associação com termos anteriormente mencionados no texto;
- exemplificando brevemente um conceito apresentado;
- definindo termo que é possível que alguns alunos não conheçam.

A seguir, exemplos de algumas intervenções desta natureza:

conhecimentos básicos de Bioquímica tornam-se fundamentais para a compreensão de tantos pontos importantes que agora fazem parte de nossas vidas, como os avanços da genética, o crescimento das doenças metabólicas como a diabetes e a obesidade, o aparecimento de milhares de dietas de emagrecimento, as doenças crônico-degenerativas etc. Nós

A Bioquímica é, como os radicais latinos dizem, a química da vida. Conhecimentos básicos sobre ela tornam-se fundamentais para a compreensão de diversos pontos importantes que agora fazem parte de nossas vidas, como os avanços da genética (ex.: clonagem, inseminação artificial), o crescimento das doenças metabólicas como a diabetes e a obesidade, o aparecimento de dezenas de dietas de emagrecimento, as doenças crônico-degenerativas etc.



Figura 20: Exemplo de inserção de clareza, retirado da Aula 1. Na parte superior, o texto do material original (vol.1, 3ed, p.8). Na parte inferior, o texto do material reformulado (vol.1, 5ed, p.8), com destaque para o elemento de clareza que foi inserido.

As α -hélices presentes nas proteínas assemelham-se a estas espirais. Cada volta da espiral da α -hélice possui, em média, 3,6 resíduos de aminoácidos que ocupam 5,4 Å.

Em uma α -hélice, cada volta da espiral possui, em média, 3,6 resíduos de aminoácidos (isto é, três aminoácidos e 60% de um quarto aminoácido), o que ocupa 5,4 Å. Isso significa que um aminoácido (por exemplo, na posição 1) em uma α -hélice fará pontes de H com outro cerca de quatro posições à sua frente (no exemplo, com o aminoácido na posição 5).



Figura 21: Exemplo de inserção de clareza, retirado da Aula 12. Na parte superior, o texto do material original (vol.1, 3ed, p.114). Na parte inferior, o texto do material reformulado (vol.2, 5ed, p.37), com destaque para o elemento de clareza que foi inserido.

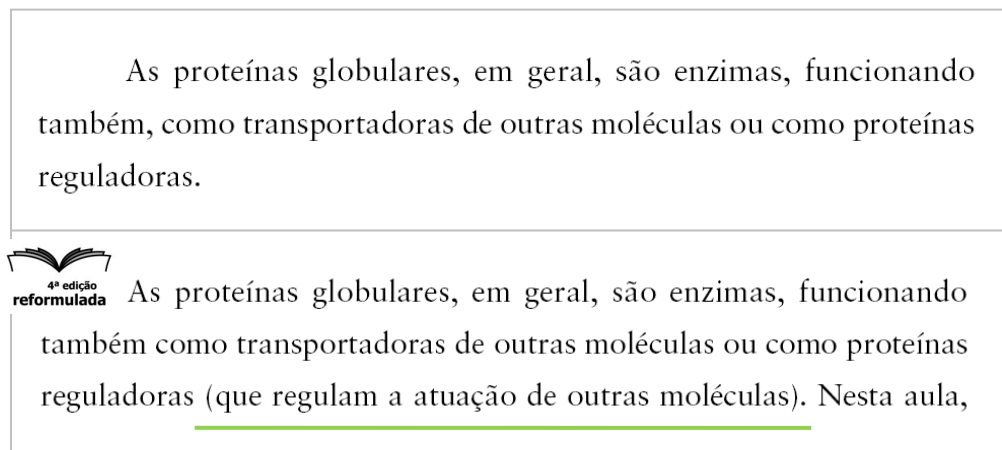


Figura 22: Exemplo de inserção de clareza, retirado da Aula 16. Na parte superior, o texto do material original (vol.1, 3ed, p.148). Na parte inferior, o texto do material reformulado (vol.2, 4ed, p.105), com destaque para o elemento de clareza que foi inserido.

No que se refere à precisão, a inserção, por vezes, de uma ou duas palavras foi realizada para que o texto, escrito, não pecasse pelas informalidades tão comuns na linguagem oral, preservando o sentido primeiro intencionado pelas autoras e garantindo a correção dos conceitos apresentados. Além disso, intervenções desta natureza também foram inseridas a fim de eliminar margens para interpretações diferentes daquelas que, ao ser redigido, o texto se dedicava a oferecer. A seguir, alguns exemplos.

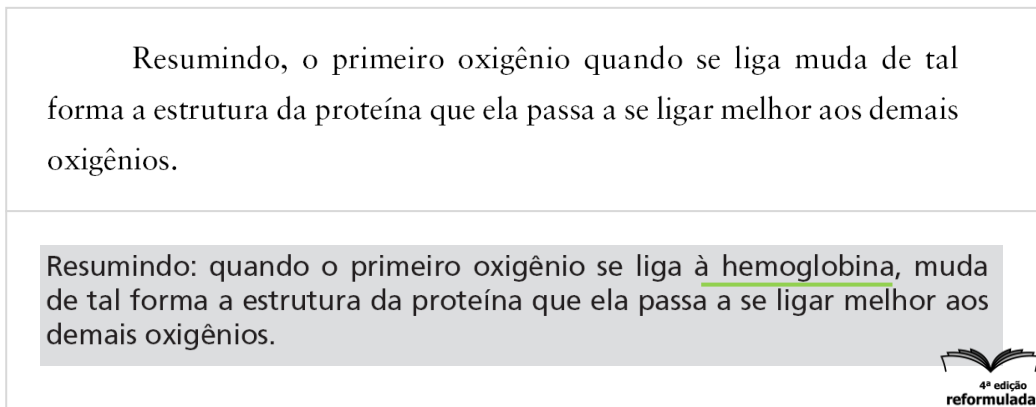


Figura 23: Exemplo de inserção de precisão, retirado da Aula 16. Na parte superior, o texto do material original (vol.1, 3ed, p.155). Na parte inferior, o texto do material reformulado (vol.2, 4ed, p.116), com destaque para o elemento de precisão que foi inserido.

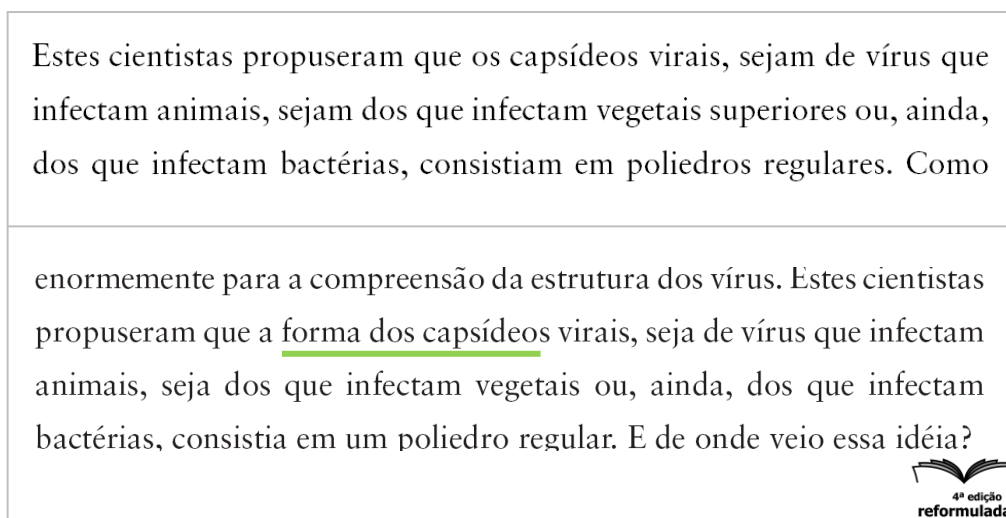


Figura 24: Exemplo de inserção de precisão, retirado da Aula 18. Na parte superior, o texto do material original (vol.1, 3ed, p.171). Na parte inferior, o texto do material reformulado (vol.2, 4ed, p.155), com destaque para o elemento de precisão que foi inserido.

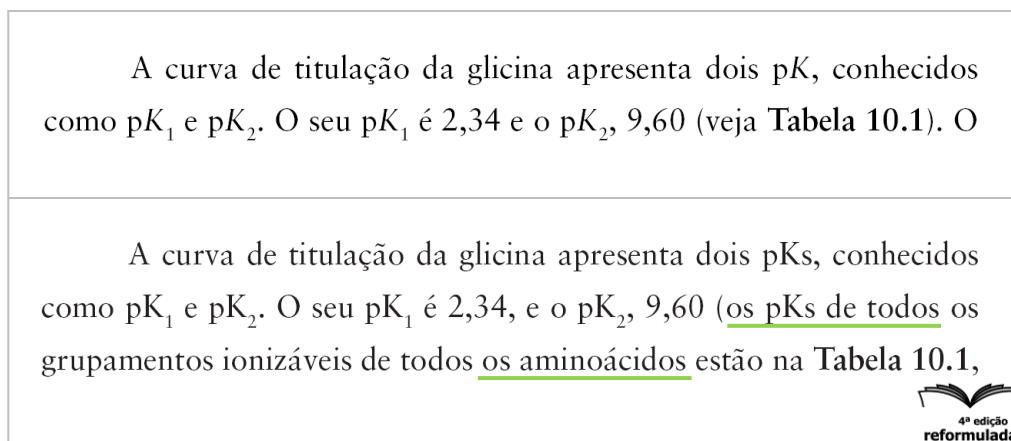


Figura 25: Exemplo de inserção de precisão, retirado da Aula 10. Na parte superior, o texto do material original (vol.1, 3ed, p.92). Na parte inferior, o texto do material reformulado (vol.2, 5ed, p.206), com destaque para o elemento de precisão que foi inserido.

Além de elementos que conferem ao texto mais clareza e mais precisão, é importante que um texto tenha coesão. Elementos de coesão são aqueles que trazem para o texto maior encadeamento das idéias, facilitando a leitura e a compreensão das informações apresentadas. No que se refere à materiais instrucionais, são, também, aqueles que promovem a articulação das informações oferecidas nas diferentes partes de uma aula ou disciplina, de forma que haja uma integridade informacional da primeira à última página de um livro para estudo independente.

Elementos de coesão apresentam naturezas distintas. Há aqueles voltados para fornecer o encadeamento do texto no escopo da aula, como mostramos a seguir.


<ul style="list-style-type: none">▪ Apresentação da estrutura da α-queratina e atividade 1▪ Apresentação da estrutura do colágeno e atividade 2▪ Elemento de coesão após a atividade 2 (p. 98):
 <p>Até agora, demos dois exemplos de proteínas fibrosas presentes em vertebrados: a α-queratina e o colágeno. No entanto, essas não são as únicas proteínas fibrosas. Quer um exemplo? Veja a seguir.</p>
<ul style="list-style-type: none">▪ Apresentação da estrutura da fibroína da seda

Figura 26: Estrutura da aula 15, no material reformulado (vol.2, 4ed., p. 87-102). Nesta aula, podemos exemplificar um elemento de coesão, inserido após a atividade 2. Para comparações com o material original, ver vol.1, 3ed, p. 139-146.

Neste exemplo, a inserção do parágrafo introduziu o conteúdo que seria apresentado logo em seguida, antecipando para o aprendiz um de seus fatores mais relevantes – o fato de ser uma proteína de invertebrado.

- Seção 1 da aula: apresentação da diversidade de famílias de vírus, divididas de acordo com o material genético.

Elemento de coesão inserido ao final desta seção: (p. 152)

Embora a Figura 18.1 tenha separado a diversidade viral de acordo com o genoma desses patógenos, essa não é a única classificação de vírus que podemos fazer. Há outras, dentre elas a leva em consideração a estrutura do capsídeo do vírus. Sobre isso, você aprenderá logo após realizar a Atividade 1!

- ATIVIDADE 1 (p. 153)

- Seção 2: separação dos vírus de acordo com a estrutura do capsídeo e a simetria que apresentam. (p. 154)

Figura 27: Estrutura da aula 18, no material reformulado (vol.2, 4ed., p. 147-165). Nesta aula, podemos exemplificar um elemento de coesão, inserido após a atividade 2. Para comparações com o material original, ver vol.1, 3ed, p. 147-165.

Neste exemplo, o parágrafo apresentado foi inserido para gerar coesão entre os conteúdos apresentados sem deixar de fora a atividade que estávamos propondo para o aluno.

Elementos de coesão foram inseridos no sentido de preservar a unidade do texto mesmo oferecendo ao aluno mais de uma rota de estudo da mesma aula, conforme discutiremos a seguir. Este é o caso do exemplo a seguir, que integrava uma informação nuclear à aula com uma informação periférica, uma curiosidade contextualizadora sobre a proteína em questão.

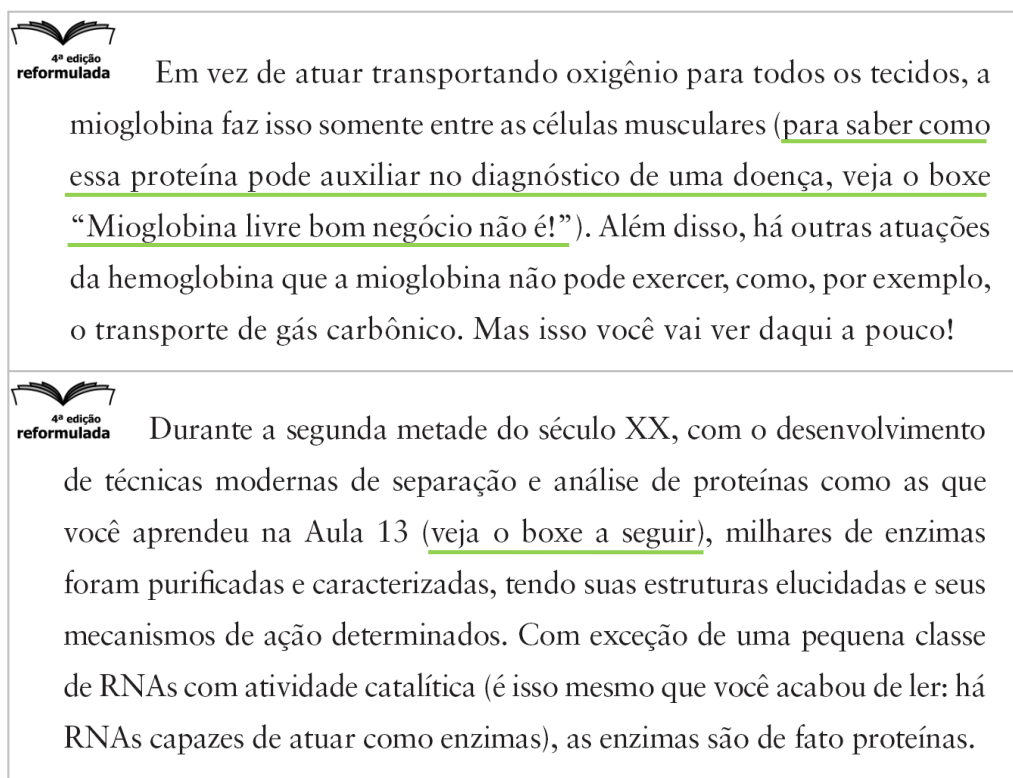


Figura 28: Exemplos de inserções de coesão entre texto principal e elementos periféricos realizados durante a reformulação do material didático de Bioquímica 1. O estrato superior foi retirado da aula 16 (vol. 2, 4ed., p.112) e o inferior, da aula 19 (vol.2, 4ed., p.170).

O tipo de coesão apresentado no exemplo anterior esteve presente em todas as aulas, articulando os elementos periféricos com o texto principal.

Além disso, foram inseridos elementos de coesão para orientar o aluno acerca de conteúdos já apresentados, como também é possível observar no exemplo anterior, no trecho “como as que você aprendeu na Aula 13”. Inserções desta natureza promovem uma maior articulação do conteúdo de toda a Bioquímica 1 e, ao mesmo tempo, favorecem o estudante que tenha, porventura, dúvidas em determinado trecho de uma aula. Outros exemplos inseridos no material estão a seguir.

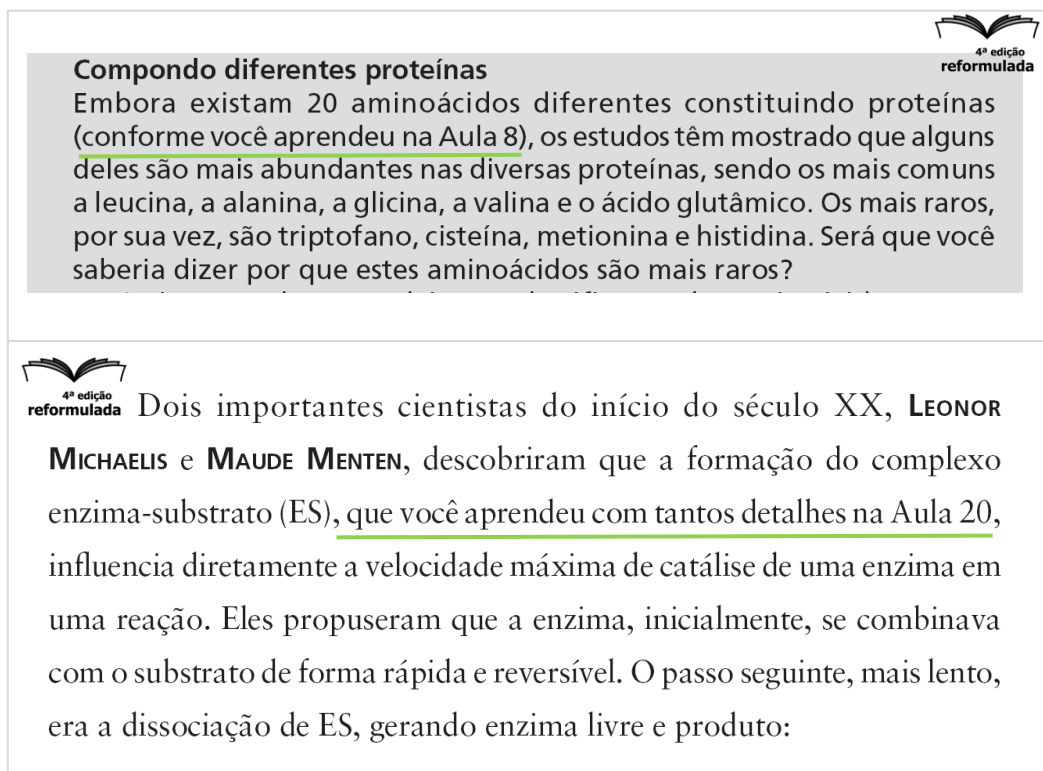


Figura 29: Exemplos de inserções de coesão entre conteúdos de aulas diversas, realizados durante a reformulação do material didático de Bioquímica 1. O estrato superior foi retirado da aula 11 (vol. 2, 4ed., p.17) e o inferior, da aula 21 (vol.2, 4ed., p.211).

A coesão também pode ser avaliada do ponto de vista da integridade da informação apresentada. Se entendemos por coesão o encadeamento de conteúdos, lacunas de informação provocam rompimentos neste encadeamento e, portanto, rompem a coesão.

Inserções no sentido de preencher lacunas de informação foram realizadas no material, como nos exemplos a seguir:

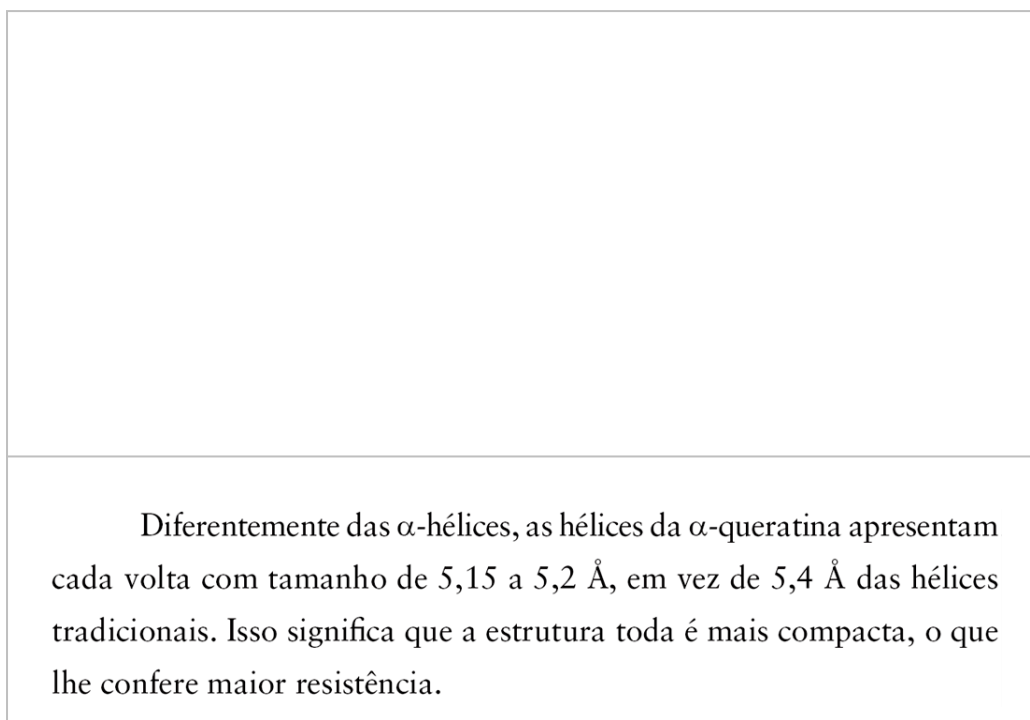


Figura 30: Exemplos de inserções de coesão voltadas para preencher lacunas e preservar a integridade da informação apresentada. O estrato superior foi retirado da aula 3 (vol. 1, 5ed., p.55) e o inferior, da aula 15 (vol.2, 4ed., p.89).

Tanto no exemplo da Aula 3 quanto no da Aula 15 são originalmente oferecidas informações relevantes para o conteúdo, mas sem que elas sejam inteligíveis para, provavelmente, a maioria absoluta dos alunos. Em casos como este, se faz necessário explicar o que determinada informação significa; se não o fizermos, para um aprendiz leigo, o texto apresenta uma lacuna que ele não é capaz de preencher, comprometendo sua compreensão de todo o conteúdo oferecido, ao menos, naquele parágrafo.

Há casos mais extremos em que, levando-se em consideração o público para quem este material foi elaborado, é necessário se ater a muito mais explicações acerca de um mesmo ponto, desenvolvendo os conteúdos originais ao máximo, de forma a potencializar a aprendizagem desses aprendizes. Veja um exemplo significativo, referente à Aula 6, sobre pH, retirado de 3 páginas do material reformulado.

AFINAL, O QUE É PH?

O pH (potencial de hidrogênio iônico) é uma medida de o quanto uma solução possui íons H^+ . Medir o quanto há de prótons livres na solução é o mesmo que medir o seu grau de acidez.

Soluções com muitos prótons livres serão, portanto, classificadas como muito ácidas, ao passo que aquelas com baixa concentração de prótons livres serão pouco ácidas.

A escala de pH foi desenvolvida de tal forma que, por ela, é possível classificar as soluções em ácidas, neutras ou básicas.

Calcular o pH de uma solução não é difícil, mas é preciso que você tenha entendido o cálculo da constante de dissociação da água, apresentado na seção anterior.

O pH de uma solução é definido, como você já sabe, pela concentração de hidrogênios presentes nela. Assim, uma solução que tenha $[H^+] = 10^{-2}$ (0,01) possui mais hidrogênios do que uma outra que apresente $[H^+] = 10^{-5}$ (0,00001).

Para transformar esses valores de concentração de H^+ uma escala, um bioquímico chamado Sören P. T. Sörensen adotou a seguinte expressão matemática:

$$pH = - \log [H^+]$$

Calma, calma! Pode até parecer complicado à primeira vista, mas você logo perceberá o quanto é simples obter o pH de uma solução. Se você não se lembra de como calcular logaritmos, é fundamental que leia com atenção o boxe a seguir.

Como é mesmo que se calcula logaritmo?

Antes de mais nada, é bom que você leia uma definição formal para logaritmo: "Diz-se que o logaritmo de um número real numa dada base é o expoente a que é necessário elevar a base de modo a obter o número." Vejamos isso em termos práticos:

$$\log_b a = ? \rightarrow b^? = a$$

Base → b Número real → a

Será o expoente ao qual a base b precisa ser elevada para que o resultado seja "a"



A expressão anterior se lê “log de a na base b”. Para calcular o log de “a” na base “b”, precisamos elevar “b” a um determinado expoente, de forma que esta operação dê “a” como resultado. A base não é chamada assim à toa: ela será a base para um determinado expoente, de forma que o resultado obtido seja o número do qual se quer saber o log. Veja um exemplo numérico:

$$\log_2 16 = x \rightarrow 2^x = 16 \rightarrow 2^x = 2^4 \rightarrow x = 4$$

$$16 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^4$$

Agora imagine que a base para cálculo do log não seja 2, mas sim 10 (lembre-se de que, quando não há base escrita, ela sempre é 10). Sempre teremos uma potência de 10 como resultado do logaritmo do número real. Veja:

$$\log 100 = x \rightarrow 10^x = 100 \rightarrow 10^x = 10^2 \rightarrow x = 2$$

$$100 = 10 \times 10 = 10^2$$

Se tivéssemos escrito o número do qual se quer obter o logaritmo diretamente na forma de uma potência de 10, ficaria mais simples ainda, concorda?

$$\log 10^5 = x \rightarrow 10^x = 10^5 \rightarrow x = 5$$

Viu como não é nenhum bicho-de-sete-cabeças? Você acabou de aprender o que precisa para calcular o pH de uma solução!

Mas voltemos à expressão que define o pH de uma solução:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Você já sabe que, quando escrevemos “log” sem colocar nenhum número subscripto (sem mencionar a base), significa que estamos calculando o logaritmo na base 10. Logo, o pH de uma solução é definido, em parte, pelo log na base 10 da $[\text{H}^+]$.


Ora, a concentração de hidrogênio é sempre expressa em potências de 10. Isso facilita o cálculo do pH de uma solução, concorda? Veja um exemplo:

Para calcular o pH de uma solução que tenha a $[\text{H}^+] = 10^{-3}$:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

ou, se preferir escrever com as parcelas em posições trocadas (e ter uma expressão no mesmo formato daquela com a qual você aprendeu a calcular o pH no boxe anterior)...

$$-\log [\text{H}^+] = \text{pH}$$



Substituindo $[H^+]$ pela concentração do nosso exemplo...

$$-\log 10^{-3} = \text{pH}$$

Desenvolvendo esta expressão por partes, temos:

$$10^{\text{pH}} = - (10^{-3}) \rightarrow \text{pH} = - (-3) \rightarrow \text{pH} = 3$$

Assim, o pH de uma solução que tenha $[H^+] = 10^{-3} \text{ M}$ é 3. Calculando o logaritmo, foi possível criar uma escala de pH baseada nas concentrações de hidrogênio livres em uma solução. Não importa se a $[H^+]$ é 10^{-1} M ou 10^{-10} M , pois quando expressarmos o pH desta solução, teremos um número natural (que, nesses dois exemplos, seria 1 ou 10).

É para ter um número natural como valor de pH que o dinamarquês que propôs este cálculo colocou o sinal de “-” (negativo) na frente do resultado do log. Assim, ao invés de ter uma escala com valores negativos (por exemplo, $\text{pH} = -3$), temos sempre números positivos.

Figura 31: Exemplos de inserções de desenvolvimento de conteúdo voltadas para a integridade da informação apresentada. As 3 páginas apresentadas foram retiradas da Aula 6 (vol. 1, p. 109-111).

No material original, esta explicação não apresentava tamanho desenvolvimento, conforme mostra a figura 32.

O CÁLCULO DO PH

Podemos, assim, rearranjar a equação acima obtendo o valor de uma outra constante, denominada **produto iônico da água** (K_w). O “w” subscrito vem de *water*, que significa água, em inglês.

$$1,8 \times 10^{-16} \text{ M} = \frac{[H^+] [OH^-]}{55,5 \text{ M}}$$

ou

$$K_w = 1,8 \times 10^{-16} \text{ M} \times 55,5 \text{ M} = [H^+] [OH^-]$$

Assim,

$$K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14} \text{ M}^2$$

Bioquímica I | pH

Na água pura, temos exatamente a mesma concentração de H^+ e OH^- , ou seja, 10^{-7} M de cada um dos íons. Por isso, a água é considerada uma solução **neutra**, e o grau de acidez ou basicidade de uma solução vai depender da concentração relativa de H^+ e de OH^- .

Uma solução 1 M de ácido clorídrico (HCl) – um ácido forte que se dissocia quase completamente – apresenta $[H^+]$ de 1M. Uma solução 1M de hidróxido de sódio (NaOH) – uma base forte que também se dissocia completamente em água – apresenta $[H^+]$ de 10^{-14} M. Como você já deve ter percebido, a $[H^+]$ pode variar muito, de mais de 1M (10^0 M) até menos de 0,000000000000001 M (10^{-14} M). Para facilitar, podemos aplicar logaritmo à equação anterior:

$$\log [H^+] + \log [OH^-] = \log 10^{-14}$$

Então,

$$\log [H^+] + \log [OH^-] = -14$$

Se mudamos o sinal de todos os termos, temos:

$$- \log [H^+] - \log [OH^-] = 14$$

O termo $- \log [H^+]$ passou a ser denominado pH.

Figura 32: Apresentação de pH no material original. Trecho correspondente ao apresentado na figura 31, retirado da aula 6 do material original de Bioquímica 1 (vol.1, 3ed., p. 51-52).

O desenvolvimento de conteúdos pode ser feito no texto principal, como no exemplo apresentado (Aula 6), ou disponibilizando informações por meio de recursos de desdobramento de conteúdo; aos princípios associados à segunda ação chamamos arquitetura da informação.

3.3.2.b. O macrouniverso de construção do texto - a arquitetura da informação

De maneira geral, podemos definir Arquitetura da Informação como a organização estrutural da informação a ser oferecida de acordo com o meio pelo qual essa informação é veiculada e o propósito a que se presta (PAES DE CARVALHO et al, 2007).

Em materiais instrucionais, a aplicação dos princípios desta arquitetura facilitam a veiculação não apenas dos conteúdos manifestos - aqueles que compõem os núcleos conceituais da aula - mas também de conteúdos latentes, que são desdobrados em espaços diferentes daqueles onde o texto principal é disponibilizado; esta organização diferenciada das informações é que permite que uma aula impressa seja lida de maneira não linear e que uma mesma aula possa ser estudada de maneiras diferentes por diferentes estudantes.

Os desdobramentos de conteúdo, também chamados de informações periféricas, são feitos por meio dos recursos [visuais] de desdobramento de conteúdo (PAES DE CARVALHO, 2007) e podem ter diversos propósitos. Há casos em que se destinam a aprofundar um determinado ponto, o que não cabe fazer na seqüência do texto principal, pois quebraria sua fluidez e encadeamento. Em casos como estes, estamos diante de informações que devem ser veiculadas em caixas de explicação expandida.

FORÇA DE UM ÁCIDO E CONSTANTE DE EQUILÍBRIO

O que é e como se calcula a constante de equilíbrio de uma reação foi o que você acabou de aprender. Se você fizer este cálculo para a dissociação do próton de um determinado ácido, estará, de fato, quantificando o quão forte é o ácido em questão.

Como? Bastante simples! Quanto mais o ácido se dissocia, liberando mais prótons na solução, maior será a concentração de produtos formados durante a reação, concorda? Se a concentração de produtos aumenta, isso acontece porque a concentração de reagentes diminuiu (Figura 5.1). (Lembra-se da Lei de Lavoisier, ou de conservação de matéria? Se não, dê uma olhadinha no boxe a seguir!)

Na natureza nada se perde e nada se cria, tudo se transforma!

Provavelmente, você já ouviu esta frase antes, e não necessariamente durante uma aula. Esta é uma das máximas mais difundidas, pois se aplica não somente ao estudo da Química, mas ao nosso dia-a-dia. Podemos perceber sua relevância quando tentamos transformar "o jantar de um dia no almoço de outro", por exemplo.

A frase-título deste boxe foi dita por um grande químico francês, nascido em meados do século XVIII, chamado Antoine Lavoisier. Este estudioso propôs as bases da Química moderna, iniciada pela publicação do livro *Tratado elementar de Química*, no qual divulgou a Lei de Conservação das Massas. Esta lei diz que a soma das concentrações de reagentes deve ser igual à soma da concentração dos produtos. Ou seja, em uma reação química, assim como na natureza, nada se perde e nada se cria. As substâncias apenas se transformam umas nas outras.

Ora, as concentrações dos produtos originados em uma reação, quando multiplicadas, são o numerador da fração que calcula a constante de equilíbrio, ao passo que a multiplicação das concentrações dos reagentes é o denominador. Quanto mais produto formado (isto é, quanto maior sua concentração no meio), maior será o numerador, e quanto mais reagente consumido, menor será o denominador.



Figura 33a: Exemplo de uso de caixa de explicação expandida, retirado da aula 5 do material reformulado (vol.1, 5ed., p. 95).

Este mesmo tipo de caixa pode ser utilizado para oferecer a um estudante menos bem preparado para o estudo do conteúdo daquela aula informações das quais ele precisará para entendê-la, como no exemplo a seguir. Nele, mostramos um boxe criado para a Aula 1 para apresentar as representações das moléculas a alunos que não as conhecessem, atendendo, obviamente, às especificidades deste público, que seguem o padrão descrito no Capítulo 1.


Representação gráfica das moléculas

A estrutura de uma molécula pode ser representada de diversas formas. Falando especificamente dos compostos orgânicos, podemos ter:


1. Fórmula estrutural: escreve todos os átomos envolvidos na formação da cadeia. Pode suprimir a escrita dos átomos de hidrogênio, apenas.

$$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ | & | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | & | \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} \quad \text{ou, simplesmente...} \quad \begin{array}{c} | & | & | \\ -\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\ | & | & | \end{array}$$

2. Fórmula de bastão: escrevem-se apenas as ligações químicas. Estas ligações possuem um ângulo, determinado pelo campo de atração dos núcleos dos átomos envolvidos, o que é representado também. Quando se vê uma estrutura em bastão, é importante saber que as extremidades de cada traço representam um carbono. Portanto, uma linha reta representa dois carbonos ligados. Quando dois traços se encontram, ou seja, há intercessão entre eles, está representado um átomo de carbono apenas. Veja as mesmas estruturas do item 1, agora desenhadas usando a representação de bastão:



Confuso? Veja os átomos de carbono desta molécula (de três carbonos) circulado:



Nessa representação também subentende-se os hidrogênios ligados aos carbonos: cada carbono, como você sabe, precisa fazer quatro ligações para se estabilizar (tetravalente).

3. Representação tridimensional: neste tipo de representação, desenham-se os átomos em proporção. Assim, um átomo de carbono é uma esfera 12 vezes maior do que o átomo de hidrogênio, por exemplo (veja a mesma estrutura dos itens 1 e 2):

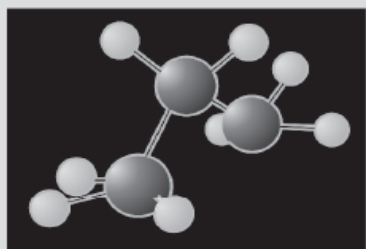
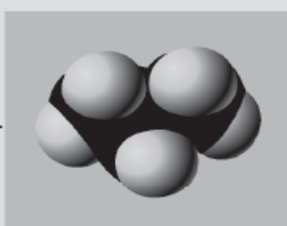

ou...


Figura 33b: Exemplo de uso de caixa de explicação expandida, retirado da aula 1 do material reformulado (vol.1, 5ed., p. 17).

Em determinados momentos, pode ser importante chamar a atenção do aluno para um determinado conceito ou, simplesmente, sintetizar em poucas palavras uma seção inteira da aula, a fim de deixar explicitado para o aprendiz o que é mais relevante nas páginas que ele acabou de ler. Em situações como essas, podemos utilizar como recurso para esta ação não interferir na fluência do texto uma caixa de ênfase, como as exemplificadas a seguir:

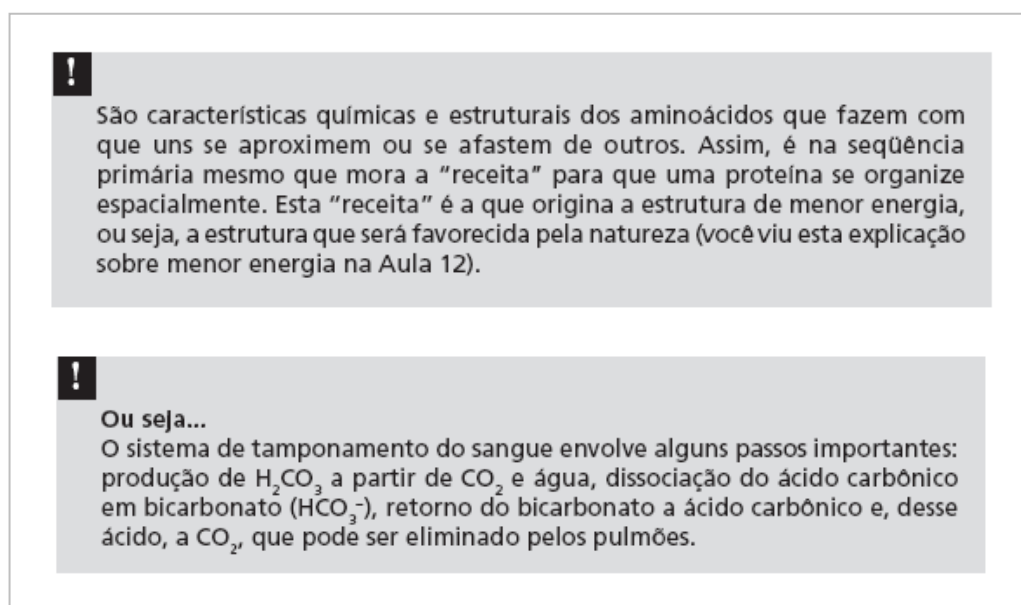


Figura 34: Exemplos de usos de caixa de ênfase, para dar destaque a informações do texto principal, sem interferir em sua fluência. O exemplo superior foi retirado da aula 14 (vol. 2, 5ed. p. 75) e o inferior, da aula 7 (vol. 1, 5ed., p. 143).

Outra maneira de oferecer mais informações ao aluno sem comprometer a fluidez do texto é utilizando as caixas de dicionário ou de biografias. Estas caixas são bastante funcionais quando entendemos que haja, no texto principal, um termo que nem todos os alunos saibam o significado. Todas as aulas do material reformulado fizeram uso deste tipo de recurso; alguns exemplos estão apresentados a seguir.

4ª edição reformulada

Repare que as diferenças entre glicina, alanina, valina e leucina são apenas acréscimos de radicais metil (CH_3). A glicina tem apenas um átomo de hidrogênio como grupamento lateral; a alanina substituiu o seu radical R por um metil (carbono β); a valina é uma alanina com mais dois carbonos; a leucina é uma alanina com mais três carbonos. A isoleucina, como o nome já diz, é um **ISÔMERO** da leucina. Ela também apresenta quatro carbonos no grupamento lateral, mas dispostos de maneira diferente.

Assim como existem aminoácidos com o grupamento lateral (R) alifático, existem alguns que apresentam estruturas carbônicas fechadas nessa mesma posição. Esse é o caso da fenilalanina, da tirosina e do triptofano, que apresentam **ANELS AROMÁTICOS** como parte dos seus grupamentos R.

ISÔMERO

Duas moléculas são isômeras quando apresentam a mesma fórmula molecular (mesmas quantidades de todos os átomos) e fórmula estrutural diferente. Ou seja, duas moléculas são isômeras quando, apesar de terem o mesmo número de átomos, apresentam uma organização destes diferentes, formando moléculas diferentes.

Anel aromático (benzeno, também chamado de fenil)

→

Fenilalanina

Tirosina

Triptofano

ANEL AROMÁTICO

Hidrocarbonetos aromáticos são cadeias não-lineares formadas de carbono e hidrogênio que possuem, no mínimo, um anel de benzeno (que pode também ser chamado fenil). O termo aromático foi utilizado devido ao “cheiro agradável” dessas moléculas

Figura 8.5: Fenilalanina, tirosina e triptofano – os aminoácidos aromáticos, devido à presença do anel benzênico.

CEDERJ 153

Figura 35: Exemplos de usos de caixa de dicionário, utilizadas para definição de termos do texto principal, de forma que não interferissem na fluência do mesmo. O exemplo foi retirado da aula 8 (vol. 1, 5ed. p. 153).

Outros usos dos elementos periféricos podem ser feitos no sentido de contextualizar ainda mais as informações oferecidas no texto principal, relacionando-as com outras informações genéricas, com caráter de curiosidade (e, para isso, fazemos uso das caixas de informações avulsas ou curiosidades) ou a fim de remeter o aluno para fora do material didático, para outros ambientes informacionais onde ele possa

acessar outros conteúdos correlatos e expandir sua aprendizagem de acordo com disponibilidade e interesse (caixas multimídias).

No material reformulado, estes recursos foram utilizados, e quatro exemplos significativos estão representados a seguir.



Os problemas da febre




www.sxc.hu
Cód.387115

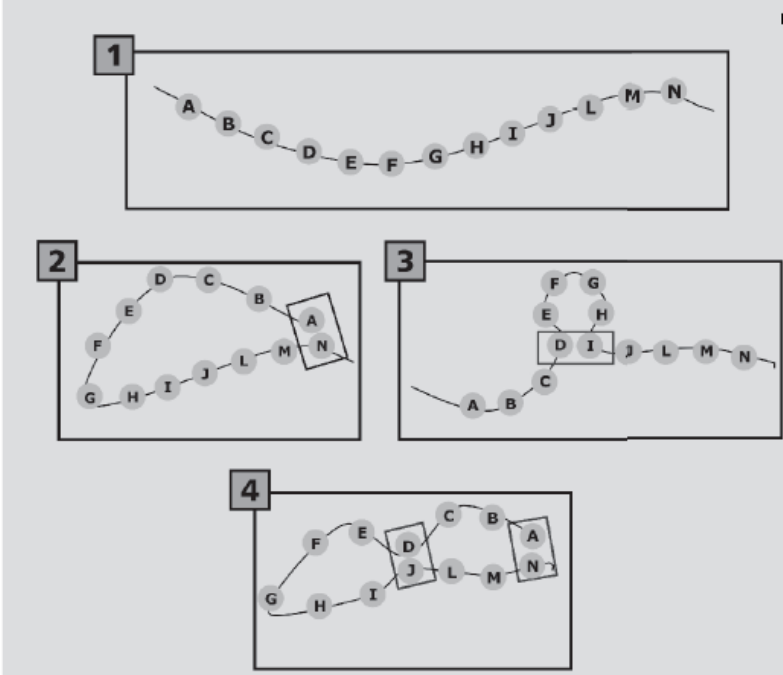
Foto: Sanja Gjineiro

Provavelmente, você já teve febre alta (em torno de 40°C) e ouviu as pessoas ao redor dizendo que isso era preocupante e que o aumento da temperatura corporal devia ser rapidamente controlado e revertido. Mas você sabe por que a febre é um problema para o nosso corpo?

O nosso organismo é formado por uma série de moléculas orgânicas, as biomoléculas (tema da aula passada). Dentre as biomoléculas, você viu, há a classe das proteínas.

As proteínas são moléculas fundamentais no nosso organismo. Algumas delas têm função estrutural, participando da composição das nossas células, outras têm função de CATALISADORAS de reações químicas. As proteínas, independente de que função apresentem, têm um arranjo de sua cadeia que é montado de acordo com as interações que seus átomos realizam uns com os outros.


 4ª edição
 reformulada



Uma mesma cadeia formadora de uma proteína (representada em 1) pode assumir formas (arranjos) diferentes de acordo com as interações que os componentes dessa cadeia realizam uns com os outros, conforme você pode ver em 2, 3 e 4.

Sobre a estrutura de uma proteína e como ela é mantida, você vai aprender daqui a algumas aulas, nesta mesma disciplina. Por enquanto, é importante que você saiba que essa estrutura, fundamental para que a proteína execute sua função dentro do organismo corretamente, é abalada por alterações de temperatura. Em torno de 37°C, que é a temperatura normal do nosso corpo, as proteínas estruturais estão montadas corretamente e as proteínas que atuam como catalisadores estão trabalhando na velocidade máxima. Abaixo dessa temperatura, a velocidade das reações é diminuída; acima, estas proteínas começam a perder a estrutura que lhes proporciona a atividade catalítica. Assim, quando estamos com febre de 40°C, diversas proteínas essenciais para o bom funcionamento do nosso organismo começam a sofrer graves prejuízos. É por isso que, quando estamos com febre alta, devemos nos preocupar...

Figura 36: Os dois quadros anteriores apresentam exemplo de usos de caixa de informações avulsas ou curiosidades, utilizada para oferecer ao aluno uma curiosidade relacionada ao conteúdo do texto principal. Este exemplo foi retirado da aula 2 (vol. 1, 5ed. p. 32), que falava, em uma seção, sobre controle de temperatura corporal.



O Brasil e a tecnologia de ponta

Em Campinas (SP) está situado o melhor centro da América Latina para elucidação da estrutura de proteínas: o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Ele entrou em funcionamento em 1997, e possui todos os equipamentos necessários à elucidação de proteínas, por diversas técnicas. Lá, é possível cristalizar uma proteína e fazer a difração de raios X e/ ou analisá-la por Ressonância Magnética Nuclear.

Até agora, diversas estruturas já foram elucidadas, incluindo a hexoquinase, uma enzima que participa da primeira etapa para a utilização do açúcar glicose como fonte de energia.

Quer saber mais sobre este centro tão importante? Visite www.lnls.br e navegue à vontade. Lá você encontra, em linguagem bastante acessível, várias informações sobre o funcionamento deste importante pólo tecnológico!

Contextualizando a minha aula

Para você saber mais sobre um dos males relacionados à formação de agregados supramoleculares que mostramos no início desta aula, temos uma boa sugestão: visite a página da BBC – Brasil (<http://www.bbc.co.uk/portuguese/>) e digite na barra de busca que fica no canto superior direito MAL DA VACA LOUCA. Aparecerão diversas matérias, e apenas um clique pode proporcionar a você uma contextualização mais abrangente sobre o tema da aula de hoje.

Se quiser você pode navegar livremente pelos conteúdos relacionados à Biologia em geral, clique em Ciência & Saúde, o segundo *link* do canto esquerdo da página inicial da BBC – Brasil. Lá você encontrará muitas informações interessantes, por exemplo, sobre avanços da medicina, mudanças climáticas etc. Divirta-se!



NICK NOLTE SUSAN SARANDON
LORENZO'S OIL



Alguns personagens resolvem estudar sobre a doença por conta própria. O filme foi feito em 1992, sob a direção de George Miller, e vale a pena conferir!

O Óleo de Lorenzo


Este filme conta a história de um garoto sobre quem se descobriu, aos seis anos, que tinha problemas mentais conseqüentes de uma doença, diagnosticada como Adrenoleucodistrofia (ADL). Esse mal, incurável, provoca a degeneração do cérebro e leva o doente à morte em poucos anos. Os pais do menino, representados por Susan Sarandon e por Nick Nolte, ficam descontentes com os prognósticos médicos e

Figura 37: Exemplos de usos de caixa de conexão com outras mídias, utilizadas para oferecer ao aluno outras fontes de informações correlatas ao conteúdo do texto principal. Nas duas primeiras, retiradas das aulas 13 (vol. 2, p. 61) e 17 (vol. 2, p. 130), indicamos sites para visita. Na terceira, retirada da aula 21 (vol.2, p. 209), indicamos um filme.

Alguns dos elementos periféricos apresentados no material reformulado tiveram sua origem no material original de Bioquímica 1, a partir da reorganização das

informações a serem oferecidas aos alunos, como parte da aplicação de uma arquitetura da informação articulada que proporcionasse fluidez ao texto principal. A seguir, um exemplo, retirado da aula 16.

Organização original da Aula 16 (vol.1, 3ed.)	Organização após a reformulação (vol.2, 4ed.)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mioglobina e hemoglobina: solução para o transporte do oxigênio nos seres multicelulares (p. 148) ▪ O grupamento heme (p. 149) ▪ Mioglobina (p. 152) ▪ Hemoglobina (p. 152) ▪ A relação entre a estrutura da proteína e suas ligações (p. 153) ▪ CO (p. 153) ▪ Oxigênio (p. 154) ▪ CO₂ (p. 156) ▪ O Efeito Bohr (p. 156) ▪ Hemoglobina Fetal (p. 157) 	<p>Transporte de oxigênio nos organismos multicelulares – o problema e a solução! (p. 106)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O grupamento heme (p. 107) ▪ Músculos e oxigênio – a mioglobina (p. 112) ▪ E é por isso que nosso sangue é vermelho – a hemoglobina (p. 113) ▪ A interação das proteínas com diferentes gases e com prótons (p. 114) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como o oxigênio consegue chegar dentro da proteína e encontrar o heme? – a formação da oxihemoglobina (p. 114) ▪ Uma ligação não desejada – a carbohemoglobina (p. 118) ▪ Hemoglobina e gás carbônico – uma ligação diferente! (p. 121) ▪ Substâncias que influenciam a ligação de oxigênio na hemoglobina (p. 122) <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Boxe sobre a hemoglobina fetal (p. 124), apresentado a seguir.</i>



De mãe para filho!
Você já se perguntou como se dá a transferência de oxigênio entre a mãe e o feto?
Imagine que o feto deva receber oxigênio vindo da mãe. Para que isso ocorra de forma eficiente, é necessário que a hemoglobina da mãe se desligue do oxigênio e o entregue para a hemoglobina do feto. Se as duas hemoglobinas forem idênticas, essa transferência não se processa de forma eficiente. É necessário que elas apresentem diferentes afinidades pelo oxigênio para que a entrega e a recepção do gás sejam favorecidas. E é isto o que ocorre. Os fetos apresentam um outro tipo de hemoglobina, chamada hemoglobina fetal (hemoglobina F), que possui maior afinidade pelo oxigênio. Essas duas formas de hemoglobina, a fetal e a não fetal (também conhecida como hemoglobina A), são ditas isoformas, já que são duas formas da mesma proteína, no caso a hemoglobina. O que faz a hemoglobina fetal ter maior afinidade pelo oxigênio que a hemoglobina não fetal? É a afinidade pelo BPG que, na F, é bem menor do que na A. Dessa forma, o oxigênio se liga à hemoglobina F com mais afinidade do que à hemoglobina A, já que o BPG diminui, no caso da A, a afinidade pelo oxigênio.

Figura 38: Criação de elemento periférico a partir da reorganização da aula 16 do material original. O conteúdo em destaque na caixa de curiosidade acima foi realocado do texto principal para o Box de forma a aumentar a fluidez do conteúdo nuclear.

Um bom design instrucional é aquele que busca, ao mesmo tempo, potencializar a aprendizagem de um determinado conteúdo favorecendo mais de um perfil de aprendizagem. O uso dos recursos de desdobramento de conteúdo é uma das maneiras de se fazer isso, na medida em que criam mais de uma rota de estudo para ser seguida durante a leitura da aula, por meio de um texto não linear.

Outra maneira de favorecer mais de um perfil de aprendizagem é conjugar, no material didático, mais de um tipo de linguagem para a informação que se pretende ensinar. No material reformulado, isso foi feito utilizando o elemento imagético.

1.b.3. O elemento imagético

O uso de imagens vem há muito tempo sendo utilizado em aulas presenciais e materiais didáticos diversos (BUCCHI, 1998). Esquemas, fotos, ilustrações, gráficos e tabelas, por exemplo, são muito utilizados no sentido de favorecer aqueles aprendizes cujo perfil de aprendizagem se enquadra mais no estilo visual (FELDER & SILVERMAN, 1988).

Levando em consideração as necessidades de “aprendizes visuais”, daqueles que conjugam texto e imagem e daqueles que preferem somente texto, ao longo de todo material reformulado foram feitas inserções de elementos imagéticos diversos, acompanhados, sempre que pertinente, de uma farta legenda explicativa, a fim de reforçar os conceitos já mencionados no texto principal.

Imagens, no material reformulado, apareceram, por exemplo, para explicar eventos complexos, como o enovelamento protéico (e.g. figura 14.5, Aula 14, Volume 2, página 77), para facilitar a visualização de um conceito tão abstrato quanto tensão superficial da água (e.g. Figura 2.7, Aula 2, Volume 1, página 42), ou para, simplesmente, proporcionar leveza para o material didático. Esta leveza pode ser traduzida por meio de elementos de humor (e.g. Aula 17, Volume 2, página 134) ou, simplesmente, por fotos que tivessem relação com o que seria dito logo em seguida em determinada seção da aula (e.g. Conclusão, Aula 5, Volume 1, página 99). Neste último caso (apenas elemento ilustrativo para trazer leveza ao material), as imagens foram mais freqüentemente inseridas em elementos periféricos, como as caixas de curiosidade e explicação expandida (e.g. Aula 20, Volume 2, página 199 e Aula 12, Volume 2, página 45).

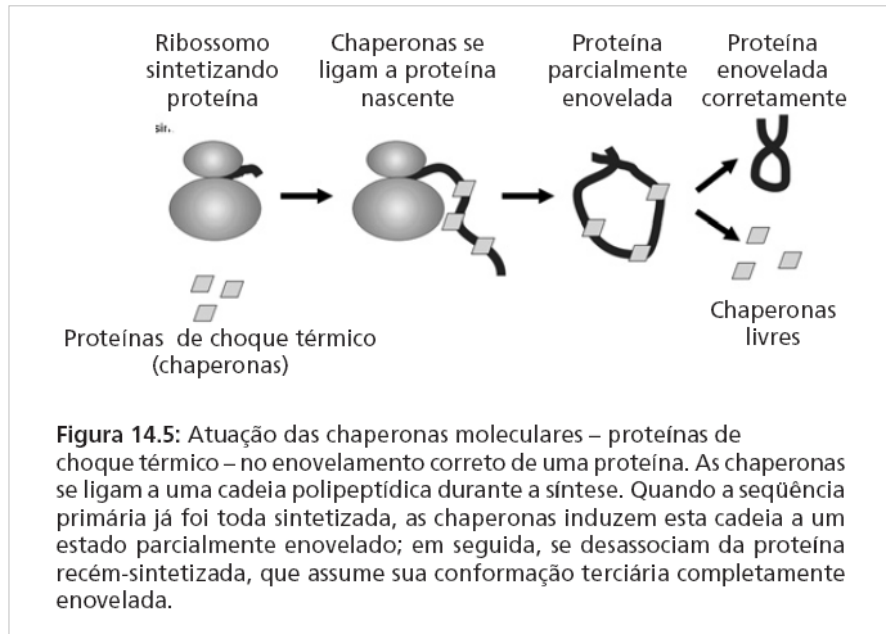


Figura 39: Criação de elemento imagético com o objetivo de explicar um processo complexo, como é o caso do enovelamento protéico. Exemplo retirado da aula 14 (v.1, p.77).

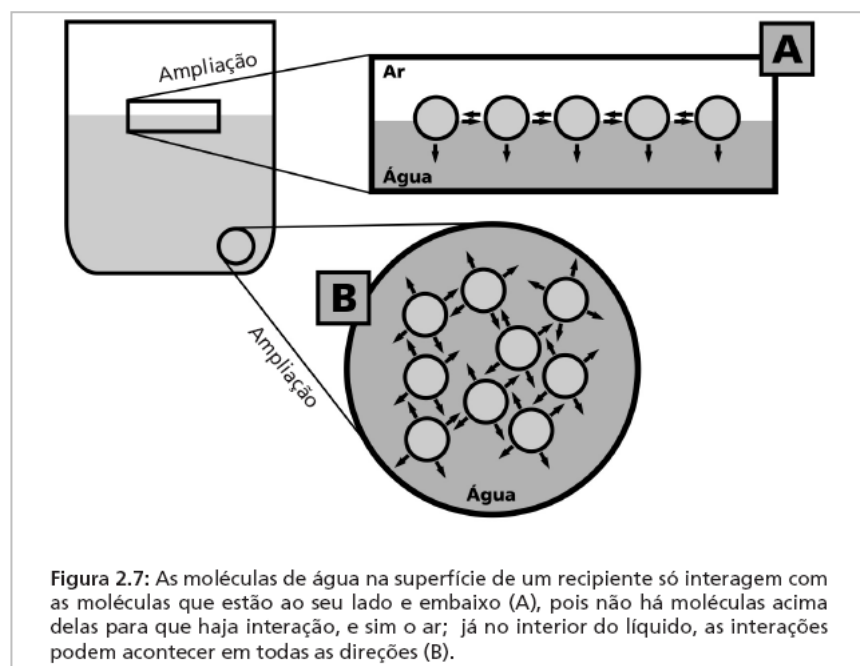


Figura 40: Criação de elemento imagético com o objetivo de possibilitar a “visualização” de um processo que não poderia ser visualizado no real. Exemplo retirado da aula 2 (v.1, p. 42).



Figura 41: Criação de elemento imagético com o objetivo de trazer elemento de humor para o material didático. Exemplo retirado da aula 17 (v.2, p.134).

CONCLUSÃO



Foto: Johannes Wienke
Fonte: www.sxc.hu
Cód 468892



Foto: Griszka Niemiadomski
Fonte: www.sxc.hu
cód 254591



Foto: Emanuel Lobeck
Fonte: www.sxc.hu
cód 133415

O que você aprendeu na aula de hoje pode até lhe parecer distante, abstrato demais, mas a verdade é que estes conceitos fazem parte do dia-a-dia da vida dos cientistas, e não apenas da área bioquímica. Biologia Molecular, Biologia Celular, Genética, Microbiologia, entre outras, são áreas que precisam se alicerçar nesses conceitos básicos para avançarem nos seus conhecimentos.


Medir o grau de acidez de uma solução e saber se ele está adequado ao funcionamento da enzima que se quer estudar, se está adequado a células e microorganismos em cultura (replicados em condições laboratoriais), proporcionar o meio de reação adequado à replicação de uma molécula de DNA, tudo isso só é possível quando se tem em mente conceitos básicos, como as definições e os cálculos que você aprendeu hoje e continuará aprendendo nas próximas aulas.

Figura 42: Utilização de elemento imagético com o objetivo de trazer leveza gráfica para o material didático.

Exemplo retirado da aula 5 (v.1, p.97).

Proteínas desnaturadas!

Falamos até agora em desnaturação de proteínas por detergente, por pH, por temperatura. Como visualizar isso no dia-a-dia? Mais uma vez, você vai ver como sempre esteve próximo a conceitos importantes da Bioquímica sem nem se dar conta. Duvida? Olhe as imagens a seguir:



Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/831221>

Foto: Steve Woods

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/552765>


Foto: Marco Michelini

Qual a diferença entre a primeira e a segunda imagem? A desnaturação térmica da proteína que compõe a clara do ovo – a albumina.

Caso em que as folhas β “fazem diferença” no mundo visível!

A fibroína da seda é uma proteína produzida por insetos e aracnídeos e que está presente na formação dos casulos, teias, ninhos etc. A fibroína da seda da mariposa *Bombyx mori*, por exemplo, é constituída de folhas β antiparalelas possuindo uma repetição de seis aminoácidos ao longo de sua estrutura primária. São eles: Gli-Ser-Gli-Ala-Gli-Ala.

Nas folhas β da fibroína, as fitas β se empilham de modo que os grupamentos R dos resíduos de glicina de uma fita se encaixam perfeitamente na fita β adjacente. Do mesmo modo, os grupos R das serinas ou alaninas se encaixam na fita β adjacente formando uma estrutura bem empilhada e empacotada. A resistência das teias e sedas se deve a esta organização das folhas β , conforme você vai ver com mais detalhes na Aula 15.



Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/700563>

Figura 42: Utilização de elemento imagético aplicado em elementos periféricos, com o objetivo de trazer leveza gráfica para o material didático e ilustrar a informação escrita. No primeiro exemplo, retirado da aula 20 (v.2, p.199), as variações sofridas pela clara de ovo, em razão do aumento da temperatura e desnaturação de suas proteínas. No segundo, retirado da aula 12 (vol. 2, p.45), um produto macroscópico (teia) gerado por um componente microscópico (fibroína da seda).

Em materiais didáticos para educação a distância é possível utilizar tanto a linguagem textual quanto a imagética para passar informações, quer seja diretamente explicando um conceito, quer pelo uso da linguagem como elemento motivacional para o estudo do aluno, como acontece com as imagens apenas ilustrativas.

Além de um planejamento eficaz e do uso apropriado dos diferentes tipos de linguagem para veicular informação, o terceiro ponto de suporte para a elaboração de materiais didáticos para a educação a distância são as atividades, sobre a qual mencionaremos em seguida.

3.3.3. *As atividades*

O terceiro elemento que alicerça o design instrucional de materiais didáticos impressos para EAD são as atividades, referidas na figura 7, que repetimos aqui.



As atividades são um fator distintivo de materiais de auto-instrução. A presença destes elementos instrucionais, segundo Lockwood (1992), tem como papel, dentre outros aspectos, auxiliar os aprendizes a:

- Pensarem por si mesmos;
- Construírem explicações/ soluções;
- Elencarem argumentos;
- Fazerem inferências;
- Relacionarem idéias e experimentarem conceitos;

Segundo o mesmo autor, as atividades oferecem aos estudantes a oportunidade de se engajarem mais ainda no processo de aprendizagem, principalmente no momento em que são colocadas entremeadas no texto da aula, e não ao final; com esta mudança de disposição das atividades, elas passam a não ser mais um elemento de verificação da aprendizagem *a posteriori*, mas sim parte da construção do conhecimento por parte do aluno.

As atividades inseridas no material reformulado foram todas originais, elaboradas de acordo com os objetivos de cada aula (que foram explicitados iconograficamente em cada atividade) e com os conteúdos desenvolvidos em cada núcleo conceitual, garantindo a integridade instrucional do material didático. Oferecidas desta maneira, as atividades proporcionam aos aprendizes a oportunidade de praticarem os objetivos da aula e monitorarem seus progressos durante o estudo (LOCKWOOD, 1992), desde que acompanhadas de respostas que justifiquem os acertos do aluno e, preferencialmente, comentem possíveis erros, quando for pertinente. Mais, as atividades representam um dos principais caminhos de interação entre o aluno e o material didático (BARRETO *et al*, 2007).

A elaboração de atividades no material reformulado se voltou para três competências cognitivas: (1) identificação/ interpretação de conceitos, (2) aplicação de conceitos a situações cotidianas e (3) associação de informações. A seguir, estão apresentados exemplos representativos de atividades pertencentes a cada um desses grupos e, também, de atividades que não são formalmente propostas ao aluno, as atividades escondidas no texto (BARRETO *et al*, 2007).

3.3.3.a. Atividades escondidas no texto:

Uma forma eficiente de manter o aprendiz envolvido no seu processo de aprendizagem, aumentando a eficácia da mesma, é constantemente argüi-lo sobre o que está lendo. No entanto, atividades formais, relacionadas a um objetivo, geralmente estão associadas a um investimento maior por parte do aprendiz, tanto no que se refere ao esforço cognitivo que exige quanto ao tempo que ele gastará para realizá-la.

Proporcionar ao aluno a chance de construir, passo-a-passo, um determinado conceito, por meio de perguntas feitas no meio do corpo do texto, com espaço para resposta, é uma forma de incitarmos o aluno a pensar sobre o que está lendo a todo tempo, vivenciando um processo mais engajado ainda de aprendizagem. A seguir, apresentamos dois exemplos, retirados do material reformulado.

Para ter uma idéia de como o carbono é importante para a vida, veja, na tabela seguinte, a composição química de uma célula:

	Porcentagem da massa total	Número aproximado de espécies moleculares diferentes
Água	70	1
Proteínas	15	3.000
Ácidos nucleicos DNA	1	1
RNA	6	>3.000
Polissacarídeos	3	5
Lípídeos	2	20
Outras pequenas moléculas orgânicas	2	500
Íons inorgânicos	1	20

Qual é o componente mais abundante da célula apresentada? Ele é orgânico? E quanto aos íons inorgânicos (sais minerais), o que você pode observar? Escreva suas observações no espaço a seguir:

A água é a substância presente em maior quantidade nas nossas células e, por conseqüência, em todo o nosso corpo. Você verá nesta disciplina diversas propriedades da água que a fazem ser tão importante assim. Por agora, vamos nos focar nas substâncias sólidas presentes na célula apresentada na tabela anterior.

Há uma pequena porcentagem de sais minerais – íons inorgânicos – na massa da célula. Quase toda a matéria sólida da célula é orgânica e distribuída em quatro grupos: proteínas, ácidos nucleicos, polissacarídeos e lípídeos. Estes quatro grupos de **MACROMOLÉCULAS** são o foco da nossa disciplina.

MACROMOLÉCULAS

Moléculas poliméricas apresentando massa molecular superior a milhares de daltons (dalton é a unidade utilizada para medir as macromoléculas, especialmente as proteínas).

Figura 43: Exemplo de atividade escondida no texto, retirado da aula 1 do material reformulado (vol. 1, p. 19).

Na diálise, a proteína é colocada dentro de um saco de diálise, que possui poros muito pequenos. Este é colocado dentro de um compartimento com bastante líquido (um tampão, para que não haja variações de pH no meio), que entra e sai do saco de diálise livremente.

Isto faz com que a proteína seja lavada e que os agentes perturbadores sejam **DILUÍDOS** por todo o líquido do compartimento onde está o saco de diálise (incluindo o interior do saco).

Pense um pouco: por que será que as proteínas não saem do saco de diálise e os agentes perturbadores de estrutura saem?

Os poros do saco de diálise são muito pequenos e conseguem reter dentro dele a proteína; no entanto, os agentes perturbadores são moléculas muito menores do que a ribonuclease. Isso faz com que, na lavagem, somente a uréia e o β -mercaptoetanol passem para fora do saco.

Após várias horas de lavagem e várias trocas de tampão, a uréia e o β -mercaptoetanol já foram tão diluídos que sua concentração é insignificante e podemos considerar que não estão mais em contato com a enzima (Figura 14.3).

DILUIÇÃO

Já fez suco de caju alguma vez? Quando você faz essa ação tão corriqueira nem se dá conta de que está fazendo uma diluição: na garrafa, o suco de caju está concentrado; quando você coloca água, está efetuando a diluição da polpa concentrada. Diluição, portanto, é a ação de diminuir a concentração de alguma coisa, quer de um suco concentrado, quer de um agente perturbador de estrutura!

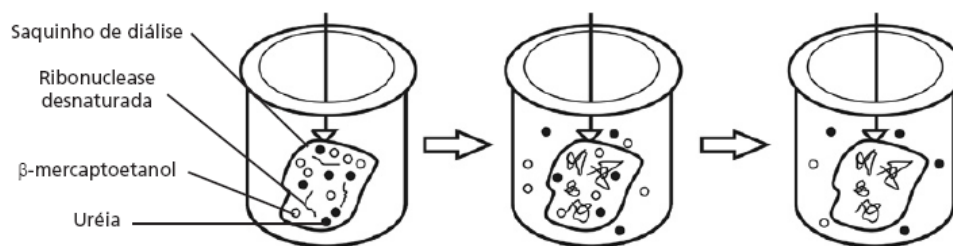


Figura 14.3: Dialisando uma proteína. A ribonuclease foi colocada em um saco de diálise que, em seguida, foi colocado em um recipiente contendo tampão. Os poros do saco de diálise são de tal tamanho que permitem a saída dos agentes perturbadores, mas não da proteína. Depois de muitas horas, os agentes perturbadores passaram para o tampão, e a proteína ficou sozinha no saco de diálise.

Agora que a proteína está sem os agentes perturbadores de estrutura, como será que ela está: enovelada ou desenovelada? Esta pergunta levou Anfinsen ao seu terceiro passo experimental...

Figura 44: Exemplo de atividade escondida no texto, retirado da aula 14 do material reformulado (vol. 2, p. 73).

Nas duas páginas apresentadas, exemplos retirados do material reformulado, as atividades escondidas no texto solicitam que o aluno analise uma tabela (Aula 1) e que reflita sobre uma idéia antes de ler sobre ela (Aula 14). Nos dois casos, proporcionam ao aluno mais interação com o texto que ele está lendo e, ao cabo, com o conteúdo que está aprendendo – com sua aprendizagem.

3.3.3.b. Identificação/ interpretação de conceitos:

São aquelas que propõem um contexto, permeado pelo conteúdo em questão, para que o aprendiz identifique, no próprio enunciado, elementos que possibilitem, a partir de algum grau de interpretação, responder ao que lhe foi solicitado. A seguir, apresentamos um exemplo retirado da Aula 14.

**ATIVIDADE****2. Como acontece?**

Um cientista está diante do seguinte impasse:

Uma enzima sintetizada em seu laboratório apresentou uma atividade (capacidade de catalisar uma reação) muito baixa em relação à enzima *in vivo*. As duas enzimas foram analisadas e apresentaram exatamente a mesma composição de aminoácidos.

a. Com base no que você estudou até agora nesta aula, qual é uma possível explicação para a diferença de atividade entre a enzima sintetizada em laboratório e a *in vivo*?

b. Quais seriam duas possíveis estratégias para resolver o problema da falta de atividade da enzima? Como o cientista poderia proceder para fazer com que a proteína sintetizada em laboratório tivesse atividade normal? Descreva os mecanismos bioquímicos envolvidos em cada uma delas.

RESPOSTAS COMENTADAS

a. Você já aprendeu que a seqüência primária é que determina a estrutura da proteína e, conseqüentemente, sua função. Considerando que a seqüência das duas proteínas (a sintetizada em laboratório e a *in vivo*) é exatamente a mesma, provavelmente a falta de atividade se deve a um enovelamento incorreto da proteína sintetizada no laboratório. Este enovelamento incorreto deve estar relacionado ao fato de que a proteína em questão não é capaz de se enovelar sozinha, precisando do auxílio de chaperonas e/ou chaperoninas para fazê-lo.

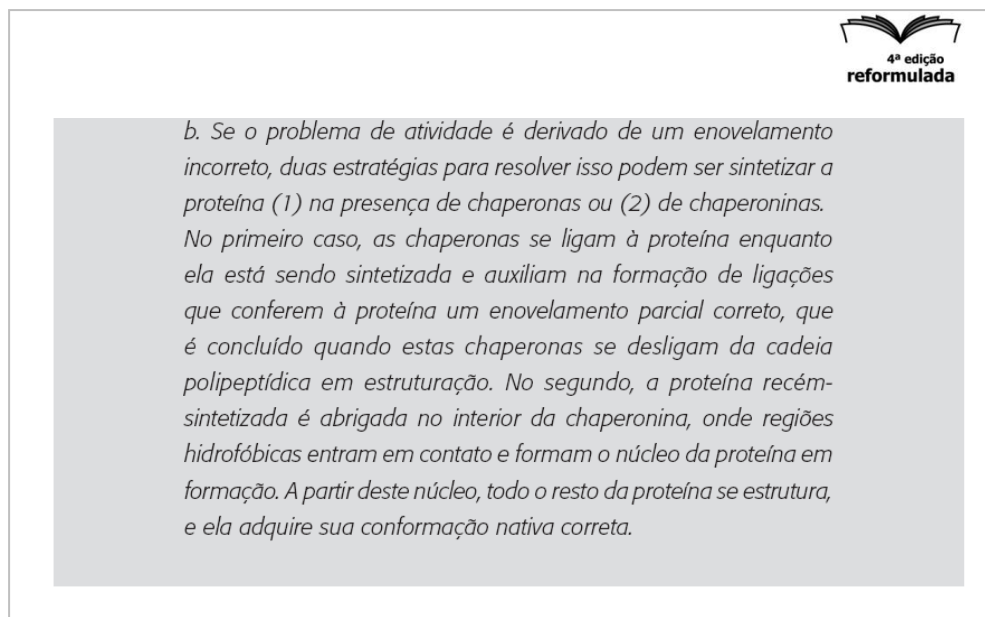



Figura 45: Exemplo de atividade de identificação/ interpretação de conceitos, retirado da aula 14 do material reformulado (vol. 2, p. 172). Neste exemplo, o aluno é convidado a refletir no contexto de um pesquisador.



No exemplo retirado da Aula 14, uma situação contextualizada é apresentada, por meio da exposição de um resultado “controverso” obtido por um pesquisador em seu laboratório. A atividade solicita auxílio do aluno para interpretar esse resultado, de forma que ele relacione esta situação vivenciada pelo pesquisador hipotético com o conteúdo que acabou de aprender na seção da aula da qual essa atividade faz parte. O aluno precisa recuperar as informações que estudou, sobre as proteínas enoveladas incorretamente não serem capazes de desempenhar suas funções de maneira adequada e, de posse disso, interpretar o resultado do experimento que foi apresentado.

Esta atividade é um pouco mais sofisticada do ponto de vista da sua concepção, em parte porque se relaciona diretamente com o cotidiano de um pesquisador - o que tentamos a todo tempo trazer para a disciplina -, em parte porque requer, de fato, uma

interpretação mais complexa do enunciado para o aluno “desvendá-lo” e responder corretamente à atividade.

Embora essa abordagem tenha sido predominante na esmagadora maioria das atividades que podem ser classificadas como de Identificação/ interpretação de conceitos, houve momentos em que era necessário apenas fornecer ao aluno uma maneira de praticar o uso de uma determinada expressão, como no caso da aula 6, em que solicitamos ao aluno que, repetidas vezes, realizasse o cálculo do pH de uma solução.





ATIVIDADE

2. Calculando o pH de uma solução - I

Esta atividade é para você fixar a maneira de calcular o pH de uma solução. Faça quantas vezes achar necessário até não ter mais nenhuma dificuldade nesse procedimento.

a. Calcule o pH de uma solução cuja $[H^+] = 10^{-2}$ M:

b. Calcule o pH de uma solução cuja $[H^+] = 10^{-8}$ M:

c. Calcule o pH de uma solução cuja $[H^+] = 10^{-4}$ M:

d. Calcule o pH de uma solução cuja $[H^+] = 10^{-7}$ M:

e. Calcule o pH de uma solução cuja $[H^+] = 10^{-12}$ M:

RESPOSTA COMENTADA

Como o passo-a-passo do cálculo do pH está bastante discriminado na aula, nesta resposta você encontrará apenas a resolução do problema, sem maiores explicações. Caso tenha dúvidas, volte ao texto da aula e compare, etapa por etapa, o que você fez e identifique o ponto em que errou. Se ainda assim não esclarecer todas as suas dúvidas, procure o tutor, pois este assunto é muito importante na sua formação bioquímica e pode ser aplicável a qualquer área de pesquisa pela qual você se interesse.

<p>a. $pH = -\log [H^+]$ $-\log [H^+] = pH$ $-\log 10^{-2} = pH$ $-(10^{-2}) = 10^{pH}$ $-(-2) = pH \rightarrow pH = 2$</p>	<p>$-(10^{-4}) = 10^{pH}$ $-(-4) = pH \rightarrow pH = 4$</p>
<p>b. $pH = -\log [H^+]$ $-\log [H^+] = pH$ $-\log 10^{-8} = pH$ $-(10^{-8}) = 10^{pH}$ $-(-8) = pH \rightarrow pH = 8$</p>	<p>d. $pH = -\log [H^+]$ $-\log [H^+] = pH$ $-\log 10^{-7} = pH$ $-(10^{-7}) = 10^{pH}$ $-(-7) = pH \rightarrow pH = 7$</p>
<p>c. $pH = -\log [H^+]$ $-\log [H^+] = pH$ $-\log 10^{-4} = pH$</p>	<p>e. $pH = -\log [H^+]$ $-\log [H^+] = pH$ $-\log 10^{-12} = pH$ $-(10^{-12}) = 10^{pH}$ $-(-12) = pH \rightarrow pH = 12$</p>

Figura 46: Exemplo de atividade de identificação/ interpretação de conceitos, retirado da aula 6 do material reformulado (vol. 2, p. 172). Neste exemplo, o aluno é convidado a praticar o cálculo do pH, algo necessário para que ele prossiga no estudo do restante do módulo 1.

Casos em que atividades como essa da Aula 6 foram utilizadas apareceram bastante raramente ao longo do material reformulado; como dissemos, em sua maioria esmagadora, procuramos oferecer ao aluno contextualizações, de forma que ele tivesse que interpretar informações. Atividades como a da Aula 14 que apresentamos atendem aos objetivos a que se referem em um formato distinto de uma pergunta convencional, por apresentarem situações contextualizadas. Esta contextualização pode envolver práticas situações possíveis de acontecer em um laboratório de pesquisa em Bioquímica. Este último caso não é apenas possível, mas desejável, por aproximar os alunos da realidade de pesquisa que dá origem aos conhecimentos que eles estão aprendendo. Esta é uma estratégia de ensino, que foi largamente utilizada em todo o material reformulado, assim como outras, que serão descritas mais detalhadamente logo após os comentários sobre os demais tipos de atividades, na seção 2 dos resultados apresentados neste capítulo.

3.3.3.c. Aplicação de conceito a situações cotidianas

Neste tipo de atividade, um determinado conceito exposto na aula é utilizado em um contexto cotidiano, aplicado à realidade, solicitando do aluno a resolução de um problema pela aplicação de um conceito. Atividades que propõem a análise de casos com estas características foram inseridas no material reformulado, e um exemplo representativo foi retirado da Aula 2 (vol. 1, p. 30-31).

ATIVIDADE

1. Conceituando calor específico


Foto: Richard S.

Fonte: www.sxc.hu
Cód. 504143

Joana é mãe de um bebê de oito meses que se alimenta apenas de mingaus, os quais recebe pela mamadeira.

Um dia, Joana, distraída, não se deu conta do horário e se atrasou para preparar a refeição de seu filho. A criança, com fome, começou a chorar desesperadamente; Joana não sabia o que fazer, pois mingau era a única coisa que o bebê comia e, embora ela já tivesse acabado de preparar, o alimento estava

muito quente para ser dado a seu filho.

Para esfriar o mingau, Joana começou a banhar a mamadeira em água corrente, ao mesmo tempo que falava com uma amiga ao telefone, perguntando por uma sugestão de como resolver a situação mais rapidamente.

Emília, amiga de Joana, sugeriu que, em vez de banhar a mamadeira em O que Joana deve fazer para ter o mingau de seu filho pronto mais rapidamente: aceitar a sugestão da amiga ou continuar procedendo da maneira que estava antes do telefonema (banhando a mamadeira em água corrente)? Justifique sua resposta com base no que aprendeu nesta aula (consulte a **Tabela 2.1** para obter informações adicionais).

**RESPOSTA COMENTADA**

Aplicar o conceito de calor específico é o primeiro objetivo que você deve alcançar nesta aula, e você provavelmente o fez não apenas por esta atividade, mas pela análise da **Tabela 2.1** no texto da aula. Observando novamente a tabela, você pôde perceber que o calor específico da água é maior do que o do etanol. Significa que a água precisa de mais calor para ter sua temperatura elevada do que a mesma quantidade de álcool necessita. Quando queremos esfriar uma substância, é melhor a colocarmos em contato com outra que absorva bastante calor e não sofra alteração de temperatura facilmente. Por quê? A resposta é simples: colocar a mamadeira quente em contato com o etanol iria rapidamente esquentar o álcool e as trocas de calor de seu interesse (passagem de calor da mamadeira para o álcool) iriam parar de acontecer rapidamente. Já quando estamos utilizando uma substância como a água, o equilíbrio térmico (temperatura igual para a mamadeira e para a água) demora mais para acontecer e, enquanto isso, a água absorve bastante calor da mamadeira, ajudando a esfriar o mingau da criança mais rápido. Considerando, além disso, que Joana estava utilizando água corrente (sempre saindo fria da torneira, isto é, não ficando mais aquecida pelo contato com um material quente e permanecendo nesta situação), mais acertada ainda era a maneira como estava procedendo. Portanto, ela não deve parar de colocar a mamadeira na água para colocá-la para esfriar no álcool.

Figura 47: Exemplo de atividade de aplicação de conceitos, retirado da aula 2 do material reformulado (vol. 2, p. 30-31). Neste exemplo, o aluno é convidado a praticar o cálculo do pH, algo necessário para que ele prossiga no estudo do restante do módulo 1.

Nesta atividade, que se refere ao objetivo “aplicar o conceito de calor específico”, o aluno é solicitado a resolver um problema: como esfriar mais rapidamente a mamadeira do bebê. Para tanto, ele deve aplicar o conceito de calor específico, que foi explicado no núcleo conceitual imediatamente anterior à atividade.

Mostrar ao aprendiz que os conteúdos que ele está estudando em uma disciplina abstrata como Bioquímica 1 podem ser diretamente vivenciados por ele no

dia-a-dia possibilita uma aprendizagem mais eficaz, na medida em que favorecemos a transferência de informações dos livros para o cotidiano. Atividades do tipo estudo de caso aplicado proporcionam ao aprendiz este tipo de transferência: o uso contextualizado do conceito teórico que ele acabou de aprender lendo o material didático.

3.3.3.d. Associação de Informações:

Neste tipo de atividade, informações em mais de um formato (i.e. texto, foto, gráfico, tabela, esquema etc) são oferecidas ao aluno, que deve integrar seus significados para chegar à resposta. O exemplo a seguir foi retirado da Aula 20.



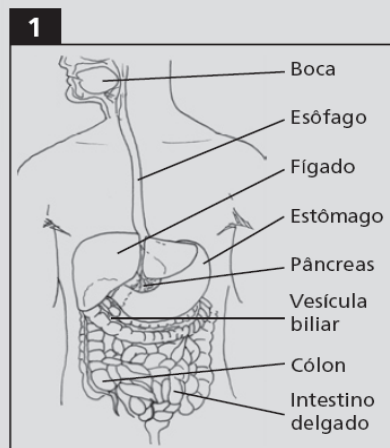
ATIVIDADE

4ª edição
reformulada

3

3. De onde é cada enzima?

Analise as informações a seguir:



2

Pepsina

Enzima responsável pela quebra de proteínas no estômago de diversos animais, incluindo os mamíferos. É secretada na cavidade estomacal junto com o suco gástrico.

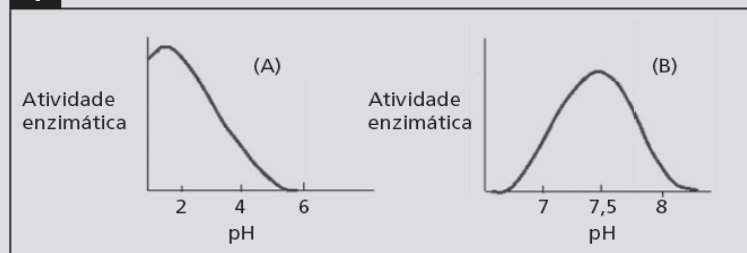
Quimotripsina

Enzima liberada no intestino delgado junto com o suco pancreático. Atua quebrando proteínas inteiras ou parcialmente digeridas, dando origem a peptídeos ainda menores.


3

Secreção digestória	pH aproximado
Saliva	7,0
Suco gástrico	2,0
Suco pancreático	7,8 a 8,2
Bile	7,2
Suco entérico	6,5 a 7,5

4



Com base nas informações apresentadas, identifique as enzimas A e B (qual é a pepsina e qual é a quimotripsina). Como você chegou a esta conclusão?



RESPOSTA COMENTADA

Esta atividade era um grande quebra-cabeças. Para chegar à resposta, você provavelmente deve ter se dado conta de que, se a pepsina é uma enzima presente no suco gástrico (quadro 2), o seu pH de atuação deve ser em torno de 2,0, que é o pH dessa secreção digestória (quadro 3). Analisando os gráficos (quadro 4), podemos concluir que a pepsina é a enzima A, por ser esta a que apresenta atividade em pH ácido. Uma informação a mais: o motivo para a pepsina funcionar somente em pHs ácidos é que essa enzima é secretada no estômago em uma forma precursora – o pepsinogênio. É o pH ácido que ativa essa enzima, transformando-a em pepsina, a qual é capaz de quebrar as proteínas que ingerimos naquele belo bife do almoço.

O mesmo caminho você deve ter feito para justificar a identificação da enzima B como quimotripsina. Esta enzima está presente no suco pancreático (quadro 2), o qual tem pH em torno de 8,0 (quadro 3). A enzima B (quadro 4) tem sua atividade mais alta em torno deste valor de pH.

A figura do quadro 1 era só para você se localizar quanto ao posicionamento dos órgãos do aparelho digestório mencionados no restante da atividade.

Figura 48: Exemplo de atividade de integração de conceitos, retirado da aula 20 do material reformulado (vol. 2, p. 197-198). Neste exemplo, o aluno é analisar informações em formatos variados e, a partir da integração dos dados dispersos, chegar à resposta para a pergunta proposta.

Este tipo de atividade tem a particularidade de envolver diferentes tipos de análise simultaneamente, favorecendo o desenvolvimento de mais de uma habilidade cognitiva no aprendiz. Neste exemplo retirado da Aula 21, a atividade de associação de

informações se referia ao objetivo “caracterizar o efeito de variações de temperatura e de pH na atividade de uma enzima”. Para resolvê-la, o aluno deveria:

1. situar-se na anatomia do aparelho digestório (quadro 1, figura 48);
2. identificar, no quadro 2 (figura 48), em que órgãos as enzimas mencionadas atuavam e com que secreção eram liberadas;
3. selecionar, no quadro 3 (figura 48), os valores de pH nos quais as enzimas em questão atuam, levando em consideração a secreção digestória que identificaram no item anterior;
4. analisar os gráficos do quadro 4 (figura 48);
5. associar o pH identificado no item 3 às informações do gráfico; e
6. identificar qual gráfico se refere a que enzima.

Embora envolva uma série de processos mentais, esta não é uma atividade com grau de dificuldade alto. Ela proporciona ao aprendiz a oportunidade de engajar-se mais intensamente no seu processo de aprendizagem, por ter um caráter de ludicidade maior do que outros tipos de atividades. Além disso, essa atividade especificamente dá apenas uma possibilidade de resposta, o que facilita a construção de uma boa resposta comentada.

3.4. O material reformulado e algumas estratégias de ensino

A compreensão das ciências moleculares requer, além do estudo específico de determinadas informações, um grau de abstração alto; isso representa, de fato, uma dificuldade adicional tanto para a aprendizagem quanto para o ensino de conteúdos como os de Bioquímica.

Estratégias de ensino são tão mais importantes quanto maior for a percepção de uma distância entre o aprendiz e determinado conteúdo; disciplinas como Bioquímica 1 tornam imperativo o uso de estratégias de ensino diversas, a fim de minimizar estas distâncias e maximizar o potencial de interesse e de compreensão das informações que apresentam.

Elementos de contextualização mostram para o aluno o quanto determinado conteúdo que lhe pareça, a primeira vista, completamente descasado do seu dia-a-dia e, por vezes, pouco importante para o seu cotidiano pode estar imiscuído em processos que ele vê e vivencia corriqueiramente. Apresentar estas correlações é uma boa estratégia para seduzir este aprendiz para o estudo.

No material reformulado de Bioquímica 1 foram criados diversos elementos de contextualização, ao longo das aulas, a fim de provocar o aluno na direção do envolvimento com o conteúdo que seria abordado nas páginas seguintes. A seguir, um exemplo.

INTRODUÇÃO



Foto: Float

Fonte: www.sxc.hu cód. 46533



Foto: Hugo Humberto Plácido da Silva

Fonte: www.sxc.hu cód. 364123

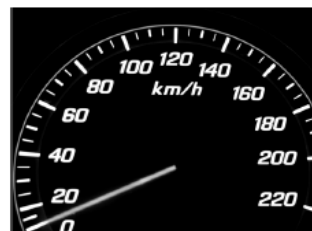


Foto: Garl Tammin

Fonte: www.sxc.hu cód. 587664

Figura 6.1: Maneiras de mensurar tamanho, velocidade e volume.

Quantificar é uma necessidade sempre presente para o homem moderno, para o homem que começou a desenvolver atividades além daquelas direcionadas unicamente para a sua subsistência. Começou na Antiguidade, quando os pastores utilizavam pedras para contabilizar seus rebanhos: cada pedra correspondia a uma ovelha que saía para pastar pela manhã e que deveria estar de volta no final da tarde. Com o aumento do tamanho dos rebanhos, utilizar pedras para simbolizar as ovelhas ficou mais complicado. Começou a surgir, assim, a representação gráfica para unidades – os números.

Em decorrência do aparecimento dos números, surgiram sistemas de medidas, unidades de referência para massa, distância, valores, volumes, dentre outros. Todos os sistemas e as medidas a que se referem foram desenvolvidos pela necessidade de o homem quantificar, estabelecer referenciais aos quais se remeter.

Já imaginou como explicar para alguém uma determinada distância sem poder se referir a quilômetros, metros ou qualquer outra unidade de medida? Difícil, não é? Da mesma maneira que seria muito difícil descrever uma dada distância sem as referências a que estamos acostumados, é quase impossível preparar duas soluções com o mesmo grau de acidez em lugares diferentes sem que haja uma forma de medir/monitorar este parâmetro.

A quantificação de graus de acidez e basicidade é feita calculando-se o pH da solução em questão. O pH de uma solução é muito importante para as reações bioquímicas e para o funcionamento das enzimas, como veremos em outras aulas. Por enquanto, é fundamental que você entenda o que é e como se obtêm valores de pH de uma solução.

Figura 49: Exemplo de contextualização como estratégia para iniciar uma aula sobre o abstrato conceito de pH. Retirado da aula 1 (vol.1, p. 104).

Com a elaboração de atividades como o que virá a seguir, proporcionamos ao aluno a oportunidade de, através do material impresso, conhecer como se produz o conhecimento que ele estuda nos livros didáticos. Aproximar o aprendiz de um contexto de pesquisa, da ciência, é importante para a formação de um futuro professor de Ciências, que terá que lidar com as dúvidas de seus próprios alunos, possivelmente, por vezes, relacionadas à própria produção do conhecimento.

ATIVIDADE FINAL



Como os vírus se propagam?

Esta atividade é longa e tem um grau de dificuldade um pouco mais alto – é uma atividade-desafio! Você gastará um tempo maior para realizá-la, mas os ganhos que você terá, ao tentar, serão valiosos. Boa sorte!

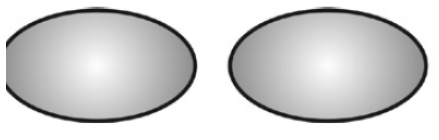
Imagine que João trabalha em um laboratório que faz pesquisas com vírus que matam as células após se replicarem. Este laboratório recebeu, em uma semana do período de férias escolares, um grupo de alunos do primeiro ano do Ensino Médio, interessados em entender sobre a multiplicação dos vírus.

João foi designado para fazer uma experiência com esses alunos. Eis o que ele fez:

1. Separou quatro placas de petri especiais para cultura de células. Duas dessas placas estavam com células cultivadas no laboratório (106 células por placa; grupo I) e duas estavam apenas com MEIO DE CULTURA (grupo II).

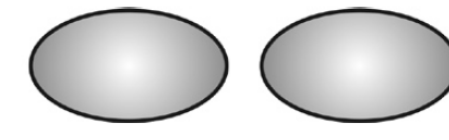
MEIO DE CULTURA

Substância que contém os nutrientes necessários para uma célula crescer em cultura, ou seja, em placas em um laboratório. Essa substância é diluída em água para a colocarmos em contato com as células.



Grupo I – com células

Placas com células cultivadas no laboratório, em meio de cultura



Grupo II – sem células

Placas com meio de cultura apenas

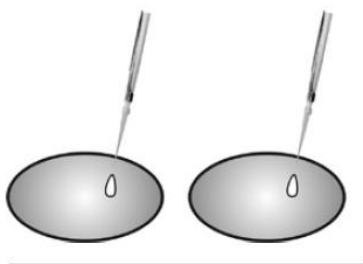
2. Selecionou uma dentre as amostras de vírus que tinha guardadas e dividiu-a em quatro alíquotas iguais.



Foto: Jean Scheijen

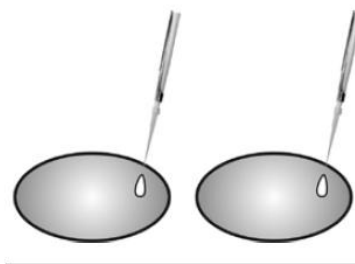
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/803093>

3. Colocou o conteúdo de cada alíquota em cada uma das placas.



Grupo I – com células

Placas com células cultivadas no laboratório, em meio de cultura

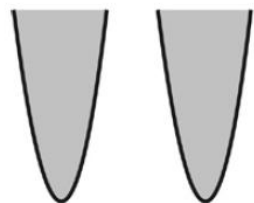


Grupo II – sem células

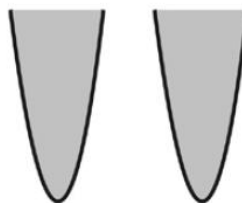
Placas com meio de cultura apenas

4. Esperou algumas horas – prazo de que esse vírus precisava para se replicar.

5. Retirou uma amostra do conteúdo de cada placa e colocou-as em tubos, ainda separadas por grupo.

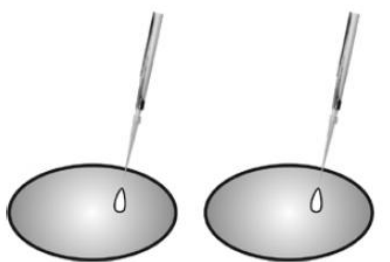


Tubos com o conteúdo que foi coletado das placas do grupo I



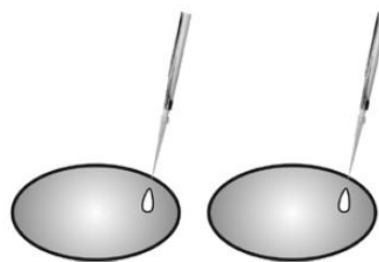
Tubos com o conteúdo que foi coletado das placas do grupo II

6. Colocou uma pequena fração de cada um desses tubos em novas placas, todas com células agora (10^6 células, mesma quantidade usada no passo 1).



Novas placas para o grupo I

Novas placas com células cultivadas no laboratório – receberam uma fração do que foi coletado nos tubos do grupo I



Novas placas para o grupo II

Novas placas, agora com células cultivadas no laboratório – receberam uma fração do que foi coletado nos tubos do grupo II

7. Aguardou mais algumas horas.

8. Observou as placas dos dois grupos em um microscópio.

Foto: Janet Goulden



Resultado obtido para o grupo I:
Todas as células mortas

Resultado obtido para o grupo II:
Todas as células vivas

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/810369>

A não ser pelo fato de que, inicialmente, o grupo I tinha células e o grupo II não, as condições experimentais a que as placas foram expostas eram exatamente as mesmas durante todo o experimento. Considerando isso, responda: Por que as amostras coletadas das placas do grupo I (no passo 5) foram capazes de matar as células em que foram adicionadas (no passo 6) e as do grupo II não?



RESPOSTA COMENTADA

Esta atividade é longa, e dá trabalho analisar as informações atentamente, mas a sua resposta é simples; para chegar a ela, você precisaria ter em mente uma informação que foi dada no início da aula: os vírus somente são capazes de se multiplicar se infectarem uma célula.

Se você voltar ao passo 5, verá que João adicionou vírus a placas com células (grupo I) e a placas sem células (grupo II). Ora, no grupo I, os vírus encontraram células que eles puderam infectar e se replicar; o mesmo não aconteceu no grupo II.

Quando João coletou amostras dos dois grupos e colocou-as (todas) em placas com células, as amostras do grupo I tinham uma grande quantidade de vírus; ao serem colocados em novas placas, esses vírus se replicaram novamente, matando todas as células presentes. Já as amostras coletadas das placas do grupo II (em que não houve replicação no passo 5) continham uma quantidade muito pequena de vírus, provenientes da adição que João fez no passo 3. Esses poucos vírus não foram capazes de matar todas as células quando foram colocados em contato com elas, no passo 6.

Resumindo, todas as células das placas do grupo II não morreram no passo 6 porque não havia vírus suficientes para matar todas elas. Isso porque, no passo 5, a amostra inicial de vírus utilizada por João não se replicou, pois foi colocada em placas sem células, essenciais para a replicação viral.

Figura 50: Exemplo de contextualização utilizada para criar uma atividade com foco no processo experimental de obtenção de conhecimento. Retirado da aula 18 (vol.2, p. 161-164).

Atividades como as apresentadas são, portanto, importantes para a formação do aluno; no entanto, só serão exequíveis se o aprendiz tiver estudado atentamente o núcleo conceitual a que ela se refere. Este estudo poderá ser tão mais motivador quanto mais bem construído for o texto que o apresenta.

Assim, a construção do texto da aula é, em si, uma estratégia importantíssima para “atrair” o aluno para o estudo. Um texto redigido de maneira direta, em tom de conversa, que se dirija ao aluno diretamente utilizando pronomes de tratamento na

terceira pessoa do singular (você) podem proporcionar ao aprendiz a sensação de que, de fato, aquela aula foi escrita com foco nele. A seguir, um exemplo.

Bioquímica I | Sobre as famosas enzimas – parte I: uma introdução



4ª edição
reformulada

INTRODUÇÃO



Fonte: www.sxc.hu/photo/533310



Fonte: www.sxc.hu/photo/831097



Fonte: www.sxc.hu/photo/850640


Já lhe passou pela cabeça alguma vez o número de reações que devem acontecer no seu corpo durante um dia para que ele funcione corretamente? Começando pelo básico, você se alimenta e precisa digerir e absorver os nutrientes. Isso para, claro, sintetizar moléculas novas no seu organismo. Aliás, falando em sintetizar moléculas novas, quantas delas não precisam ser construídas para que uma única célula possa se dividir? E, falando em divisão celular, quantas células será que se dividem no nosso corpo em um único dia? Imagine, ainda, em um indivíduo em crescimento! Muita coisa? Certamente!

Imagine se todas estas reações acontecessem a seu tempo, sem nenhum “empurrãozinho”? Várias delas demorariam tanto para acontecer que a vida como a conhecemos (bioquimicamente) seria impossível! E é aqui que entram as enzimas, tema da aula de hoje, na qual você vai conhecer a história da descoberta dessas moléculas e iniciar seu estudo sobre o funcionamento delas.


Figura 51: Exemplo de construção textual voltada para a sedução do aluno para o estudo dos conceitos que serão apresentados na sequência. O ritmo deste texto é bastante rápido, ele se dirige ao aluno diretamente e o interpela diversas vezes. Retirado da aula 19 (vol.2, p. 168).

Um texto que se remeta diretamente ao aprendiz deve, também, mostrar que está atento às suas possíveis dificuldades e antecipá-las, a fim de evitar frustrações desnecessárias que o façam pensar que não seja capaz de entender aquele conteúdo e deixar o livro de lado. A realização destas antecipações só é possível quando se conhece o público para quem se está elaborando material didático, motivo pelo qual o mapeamento apresentado com capítulo 1 foi realizado.

Houve casos, no material reformulado de Bioquímica 1, em que foi necessário (1) antecipar um grau de dificuldade maior associado a uma atividade e (2) mostrar estar atento às possíveis lacunas de formação básica dos aprendizes. A seguir, alguns exemplos:

ATIVIDADE FINAL 

Qual a relação entre pH do sangue e respiração?


4ª edição
reformulada

ATENÇÃO!

Esta é uma atividade-desafio! Não deixe de tentar fazê-la, pois ela acrescentará informações importantes às que você estudou na última seção da aula de hoje, sobre tamponamento no sangue. Boa sorte e "neurônios à obra"!


O exercício físico é recomendado por médicos para o bem da saúde, desde que realizado com a orientação de profissionais competentes. Dependendo da intensidade do exercício, muitas modificações metabólicas podem ocorrer no organismo. Analise as informações a seguir: (...)

Figura 52: Exemplo de alerta ao aluno em relação ao grau de dificuldade de uma atividade. Esta estratégia objetivo prevenir a frustração no estudante que não conseguir realizar a atividade. Retirado da aula 7 (vol.1, p. 144).

Quando falamos em “Química da vida”, vem à sua cabeça a sensação de que “mais uma vez vão falar de coisas que não dão pra ver”?

Pode ser difícil para você, assim como é para muitas pessoas, entender aquilo que não se vê. Abstrair, imaginar moléculas não é tarefa fácil, mas é muito relevante. O fato de uma célula não ser visível a olho nu não diminui sua importância; por exemplo, ela continua sendo a unidade morfológica de um ser vivo, e é de milhares delas – estruturas invisíveis a olho nu – que são feitos os organismos que podemos ver tão bem (para fazer uma analogia, pense nas peças do **LEGO**, que podem construir castelos, carros, bonecos, estruturas grandes em relação a uma única peça...).

E falando em coisas invisíveis... Pense um pouquinho, agora. Uma célula é a menor coisa que você pode imaginar? Do que ela é feita?







Foto: Paul Preacher

LEGO

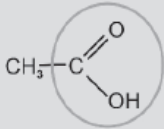
Jogo constituído de peças quadradas ou retangulares que se encaixam, dando origem a qualquer coisa que você seja capaz de montar com sua habilidade, desde casinhas até grandes castelos, caminhões etc.

Figura 53: Exemplo de construção textual que sinaliza para o aprendiz que o professor autor é sensível às suas dificuldades. Retirado da aula 1 (vol.1, p. 8-9).

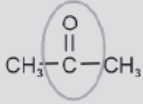
Além de antecipar possíveis dificuldades, é preciso também oferecer desdobramentos da informação do texto principal de forma a favorecer um público diverso como é, em geral, o público da Educação a Distância, cuja abrangência do ensino acaba por ser maior, em uma mesma unidade de tempo, do que o ensino presencial pode ser. Como mencionado na parte 1.b.2, sobre arquitetura da informação, utilizar elementos periféricos para atender a mais de um perfil de aluno acaba sendo, também, uma estratégia de ensino valiosa, no momento em que, para além de realizar correlações entre o material didático e o cotidiano, utilizamos esses elementos para preencher lacunas de formação básica. A seguir, alguns exemplos:



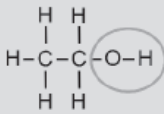
O que são grupos funcionais?
Um grupo funcional é aquele que caracteriza uma classe de compostos orgânicos e que acaba por determinar suas propriedades. Esses grupos funcionais podem ser constituídos por um único átomo ou por um grupo de átomos presentes na molécula. Veja alguns exemplos:




Ácidos Carboxílicos: este grupo de compostos orgânicos é caracterizado pela presença do grupamento COOH (chamado carboxila), que você vê em destaque na figura. Este ácido carboxílico, especificamente, é o ácido acético, mais conhecido como vinagre!



Cetonas: são caracterizadas pela presença da carbonila, que é a ligação C=O que está destacada. Esta cetona também é bastante familiar no seu cotidiano: é a propanona ou, se preferir, a acetona (utilizada para remover esmaltes).



Álcoois: para ser um álcool, um composto orgânico deve apresentar o grupamento OH ligado à cadeia carbônica. O álcool destacado na figura é o etanol. O etanol é o álcool encontrado nas bebidas alcoólicas.



O que são isômeros?
Isômeros são moléculas que possuem a mesma fórmula molecular (isto é, a mesma quantidade de cada átomo que as compõem), mas que apresentam pequenas diferenças na organização destes átomos. Você aprendeu na Aula 8 que os aminoácidos constituintes de proteínas são sempre na forma L, lembra? Esse L vem de levógero (derivado de "lado esquerdo"). Um aminoácido L é um estereoisômero de um aminoácido D (destrógero, "lado direito").
Agora, você precisa saber o que significa *isomeria cis-trans*. Cis e trans são os nomes que se dão a moléculas que são isômeras de acordo com um plano de referência. Assim, moléculas cis tendem a apresentar seus grupamentos voltados para o mesmo lado do plano e moléculas trans, grupamentos voltados para lados opostos. Você entenderá melhor ainda quando vir a **Figura 14.9**, que vem logo a seguir.

Figura 54: Exemplo de construção textual que utiliza os elementos periféricos para sanar possíveis deficiências na formação básica dos alunos em química. Exemplos retirados da aula 4 (v.1, p.67) e 14 (vol.2, p. 82).

Por vezes, não apenas a química figurou os elementos periféricos, mas também a matemática, como no caso da Aula 6.

Como é mesmo que se calcula logaritmo?
 Antes de mais nada, é bom que você leia uma definição formal para logaritmo: "Diz-se que o logaritmo de um número real numa dada base é o expoente a que é necessário elevar a base de modo a obter o número." Vejamos isso em termos práticos:

Será o expoente ao qual a base b precisa ser elevada para que o resultado seja "a"

$$\log_b a = ? \rightarrow b^? = a$$

Base → Número real

A expressão anterior se lê "log de a na base b". Para calcular o log de "a" na base "b", precisamos elevar "b" a um determinado expoente, de forma que esta operação dê "a" como resultado. A base não é chamada assim à toa: ela será a base para um determinado expoente, de forma que o resultado obtido seja o número do qual se quer saber o log. Veja um exemplo numérico:

$$\log_2 16 = x \rightarrow 2^x = 16 \rightarrow 2^x = 2^4 \rightarrow x = 4$$

↑

$16 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^4$

Agora imagine que a base para cálculo do log não seja 2, mas sim 10 (lembre-se de que, quando não há base escrita, ela sempre é 10). Sempre teremos uma potência de 10 como resultado do logaritmo do número real. Veja:

$$\log 100 = x \rightarrow 10^x = 100 \rightarrow 10^x = 10^2 \rightarrow x = 2$$

↑

$100 = 10 \times 10 = 10^2$

Se tivéssemos escrito o número do qual se quer obter o logaritmo diretamente na forma de uma potência de 10, ficaria mais simples ainda, concorda?

$$\log 10^5 = x \rightarrow 10^x = 10^5 \rightarrow x = 5$$

Viu como não é nenhum bicho-de-sete-cabeças? Você acabou de aprender o que precisa para calcular o pH de uma solução!

Figura 55: Exemplo de Box utilizado para sanar possíveis deficiências na formação básica dos alunos em matemática. Exemplo retirado da aula 6 (v.1, p.109-110).

No material reformulado de Bioquímica 1, foram utilizadas, em diversas aulas, caixas de explicação expandida (como as exemplificadas) como estratégia para

minimizar as dificuldades de compreensão da Bioquímica geradas pela ausência de conhecimentos em química e em outros conteúdos correlatos. Isso faz parte de uma estratégia de ensino inclusiva, que, apropriando-se do conhecimento das características do público para o qual o material estava sendo re-elaborado, buscou maneiras diversas de viabilizar a aprendizagem desses alunos.

Como é possível observar pelos exemplos apresentados até o momento nos resultados deste capítulo, uma quantidade significativa de intervenções foi realizada durante a reformulação do material didático de Bioquímica 1. Estas intervenções foram quantificadas conforme descrito na seção “Metodologia” deste capítulo e estão apresentadas a seguir.

3.5. A análise das intervenções

Diversos tipos de inserções foram realizados no material reformulado; estas inserções foram categorizadas e mensuradas de acordo com o descrito na seção metodologia, e seus resultados estão apresentados a seguir.

3.5.1. Sobre o planejamento:

Os núcleos conceituais que constavam no material original foram relacionados a objetivos de aprendizagem que representavam as ações que o aluno deveria ser capaz de realizar durante/ após o estudo de determinada aula. Foram redigidos 89 objetivos para atender aos núcleos conceituais que haviam sido definidos pelas conteudistas na época da elaboração do material original. Este último contava, originalmente, com 60 objetivos (havia aula em que três objetivos eram apresentados na mesma sentença; embora fisicamente estivessem expostos como um só, contabilizamos como três), dos quais 47 utilizavam verbos não recomendados por Rowntree (1994); havia também, conforme mencionamos na descrição da reformulação voltada para este elemento instrucional, alguns objetivos com caráter de introdução ou meta, os quais não foram, por esse motivo, contabilizados.

Os objetivos do material reformulado foram explicitados para o aluno no início de cada aula, numerados, de forma que pudéssemos fazer uma fácil correlação entre eles e as atividades que viriam entremeadas ao texto da aula, em seguida.

Tabela 3: Números de objetivos de aprendizagem presentes nos dois materiais e o uso, em sua redação, de verbos que conferem maior precisão a esses elementos instrucionais.

Sobre objetivos	Material original	Material reformulado
No. de objetivos	60*	89
No. de objetivos com verbos não-recomendados por Rowntree (1994)	47	1**
No. de objetivos com verbos recomendados por Rowntree (1994)	13	88

* Algumas aulas apresentavam uma espécie de meta ou introdução no lugar dos objetivos. Estes não foram contabilizados. ** Esta aula se propôs a fazer apenas uma apresentação de diversas estruturas lipídicas, sem caracterizar núcleos conceituais que pudessem ser cobrados em avaliações.

Elementos de organização prévia como pré-requisitos foram utilizados tanto no material original quanto no reformulado; neste segundo, alguns pré-requisitos tiveram que ser redigidos, pois não havia este tipo de orientação no material original, outros precisaram apenas de adaptações, na busca de maior precisão e da manutenção do tom de conversa do texto (tabela 4). Isso justifica o aumento do tamanho do texto dos pré-requisitos, como é possível observar na tabela 4.

Tabela 4: Análise do elemento de organização prévia pré-requisito, levando em consideração os materiais original e reformulado.

Sobre pré-requisitos em 27 aulas de Bioquímica I	Material original	Material reformulado
Nº de aulas em que há pré-requisitos	11	20
Nº de pré-requisitos que se remetem a conceitos gerais, sem especificar aulas	3	1
Nº de pré-requisitos que se remetem unicamente à aulas	6	1
Nº de pré-requisitos que especificam uma	2	16

seção de uma aula, fornecendo orientação de estudo mais detalhada ao aluno

Os pré-requisitos dos dois materiais, original e reformulado, foram contados e analisados segundo critérios que caracterizam seus graus de precisão. Quanto mais detalhados, mais precisos podem ser considerados esses pré-requisitos.

3.5.2. Sobre Informação e Linguagem:

3.5.2.a. O texto

Foram realizadas intervenções no texto principal do material original nas seguintes categorias: desenvolvimento de conteúdos, clareza, coesão, precisão, tom de conversa e contextualização, dando origem ao texto principal do material reformulado. Estas inserções foram quantificadas e estão expressas na figura 56:

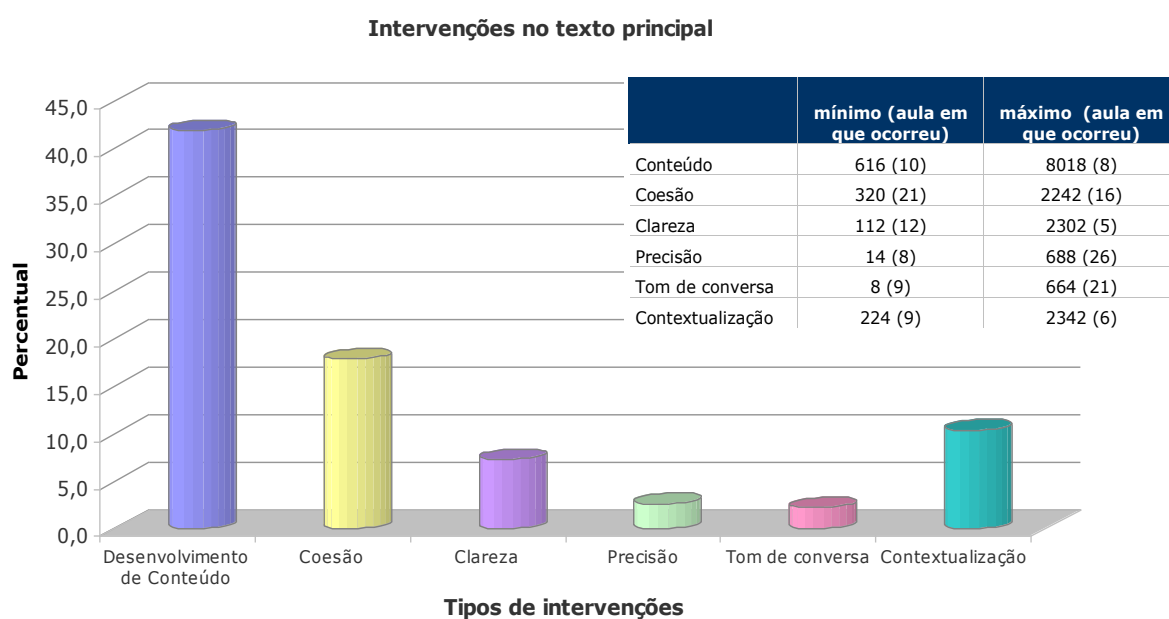


Figura 56: Naturezas e percentuais das intervenções realizadas no material didático de Bioquímica 1 durante sua reformulação. As intervenções realizadas no material didático foram

categorizadas, seus caracteres foram contados, aula a aula, e o percentual de cada tipo de inserção em relação ao total, calculado. O gráfico expressa o percentual médio de intervenções de cada tipo realizadas em todas as aulas reformuladas.

As intervenções de precisão e tom de conversa se apresentam em um percentual mais baixo do que as demais por causa da natureza da intervenção: para realizá-las, por vezes, apenas uma palavra ou um pronome de tratamento (e.g. você) são necessários. Isso justifica o fato de que, embora tenham sido freqüentes, especialmente de precisão (uma vez que o texto do material original já apresentava sua linguagem construída com alguns elementos que lhe conferia tom de conversa), essas intervenções apresentem um percentual menor de caracteres inseridos.

As intervenções de clareza aparecem com um percentual um pouco mais alto do que precisão e tom de conversa porque, para realizá-las, era freqüente a necessidade de inserção de uma frase. A natureza da inserção, portanto, explica que, embora tão freqüente quanto precisão, as intervenções de clareza apresentem um percentual mais elevado.

A contextualização, representando cerca de 10% das intervenções realizadas, se destinava a conferir à aula maior proximidade da realidade do aluno, maior concretização de conceitos abstratos ou explicitar a relevância do que foi estudado. Isso é particularmente importante se levarmos em consideração o que foi mencionado como uma das maiores dificuldades dos alunos que estudam ciências como a Bioquímica: a percepção de que tudo o que é mencionado se refere a um universo outro que não pode ser alcançado pelo aprendiz.

No sentido de minimizar esta sensação, pequenos trechos foram inseridos, geralmente como introduções e conclusões das aulas e, por vezes, também utilizados no meio da apresentação do conteúdo. Intervenções deste tipo foram menos freqüentes

que as demais já mencionadas, mas, dada sua característica (pequenos trechos), seu percentual é mais elevado.

As intervenções de coesão têm natureza parecida com as de contextualização, uma vez que, para conferir coesão à aula e à disciplina, era necessário, muitas vezes, a inserção de um pequeno parágrafo. Foram bastante freqüentes no material reformulado, o que, associado ao tipo de alteração textual necessária (pequenos trechos/ parágrafos), faz com que tenhamos um percentual mais elevado para coesão do que para as intervenções no sentido de conferir maior clareza, precisão e tom de conversa ao texto.

Por fim, as intervenções chamadas “Desenvolvimento de Conteúdo” se referem a desenvolvimentos de conteúdo realizados a fim de trazer para o texto mais etapas na explicação de um conceito, de forma que ele se tornasse mais acessível a aprendizes que estivessem estudando aquele conteúdo pela primeira vez ou que tivessem dificuldades na disciplina Bioquímica 1, como é o caso de grande parte dos reprovados. Intervenções deste tipo acabam por ser mais expressivas quantitativamente, o que justifica seu alto percentual de ocorrência; elas justificam também o aumento considerável do tamanho das aulas, conforme é possível observar na figura 57.

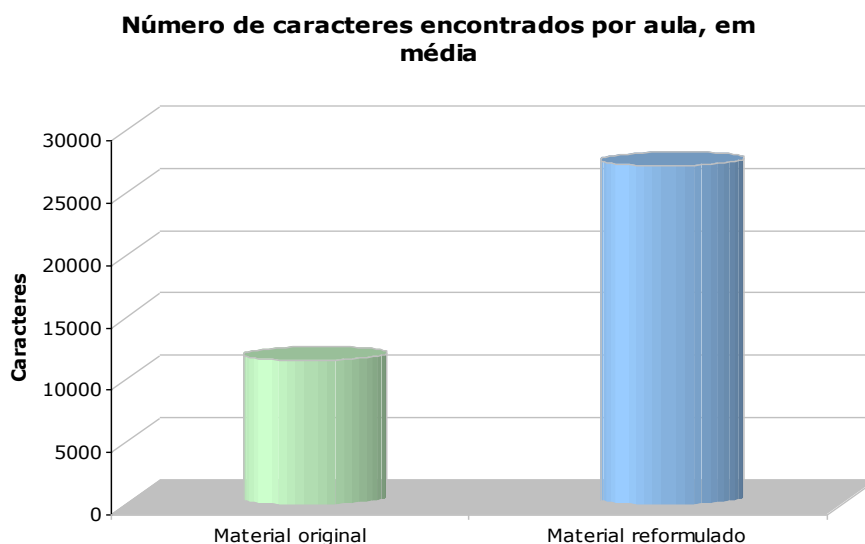


Figura 57: Comparação entre os tamanhos do texto principal do material original e do material reformulado. Os caracteres do texto principal das aulas do material original e do reformulado foram contados e o percentual calculado está expresso no gráfico. Não foram considerados, para o material reformulado, os caracteres em elementos periféricos, atividades e suas respostas comentadas.

Todos estes inseridos durante a construção do texto contribuem muito para a clareza e a compreensão dos conceitos apresentados. De fato, como será mostrado no próximo capítulo, os alunos elogiaram bastante o texto das aulas reformuladas.

3.5.2.b. Arquitetura da Informação:

No material reformulado, utilizamos largamente recursos de desdobramento de conteúdo, ora para oferecer mais informação a um aluno menos bem preparado, ora para contextualizar uma informação ou oferecer uma curiosidade, ora para sintetizar ou chamar atenção para determinado ponto do conteúdo que estava sendo apresentado. O material reformulado apresenta 144 boxes e mais 122 caixas de dicionário; a distribuição destes elementos de acordo com os tipos de desdobramento, bem como as médias, por aula, de cada um deles estão representadas na tabela a seguir.

Tabela 5: Quantidades e percentuais de cada tipo de desdobramento de conteúdo inserido no material reformulado e as médias por aula.

DESDOBRAMENTOS DE CONTEÚDO	Quantidade	%	Quantidade média por aula	% médio de cada tipo de desdobramento por aula
DESDOBRAMENTOS - total	266	100,0	9,5	100,0
EXPLICAÇÃO EXPANDIDA	41	15,4	1,5	15,4
CAIXAS DE ÊNFASE	47	17,7	1,7	17,7
CAIXAS DE CURIOSIDADE	48	18,0	1,7	18,0
CONEXÕES COM OUTRAS MÍDIAS	8	3,0	0,3	3,0
CAIXAS DE DICIONÁRIO	122	45,9	4,4	46,3

As aulas do material reformulado foram analisadas quanto à quantidade de elementos periféricos que apresentavam. Estes foram contabilizados, os percentuais calculados e o resultado apresentado na tabela. Também foram calculados a quantidade e o percentual médio de desdobramentos de conteúdo por aula, total e de cada tipo, que configurou o material reformulado.

Destes elementos periféricos, parte foi criada originalmente e parte foi criada a partir da reorganização de informações do texto principal do material didático original, conforme mostra a tabela 6.

Tabela 6: Quantidades e percentuais dos diferentes tipos de desdobramento de conteúdo inseridos no material reformulado, tanto criados originalmente quanto a partir da reorganização das informações que constavam nas aulas originais.

DESDOBRAMENTOS DE CONTEÚDO - CRIAÇÃO E ADAPTAÇÃO	Novos	A partir do material original	Total
DESDOBRAMENTOS - total	153 (57,5%)	113 (43,5%)	266
EXPLICAÇÃO EXPANDIDA	23 (56,1%)	18 (43,9%)	41
CAIXAS DE ÊNFASE	25 (53,2%)	22 (46,8%)	5
CAIXAS DE CURIOSIDADE	19 (39,6%)	29 (60,4%)	5
CONEXÕES COM OUTRAS MÍDIAS	8 (100%)	0 (0%)	8
CAIXAS DE DICIONÁRIO	78 (63,9%)	44 (36,1%)	12

A reorganização das informações foi extensivamente realizada durante a reformulação, como é possível observar pelos percentuais apresentados na tabela 6. Esse dado revela o quanto o material foi reestruturado, não apenas pela inserção de novas informações, mas também pela reorganização das que havia, de forma que o texto principal apresentasse o conteúdo de forma mais fluente, articulando informações de naturezas diversas (e.g., explicações, curiosidades etc) por meio do uso de diferentes recursos de desdobramento de conteúdo.

A utilização destes diferentes recursos, como já mencionado, proporciona ao material didático mais de uma rota possível de estudo, de forma a atender a variados tipos de aprendizes, quer do ponto de seus históricos acadêmicos, quer do ponto de vista dos seus perfis de aprendizagem. Neste sentido, inclusive, o uso de mais de um tipo de linguagem também é bastante eficaz; no material reformulado, utilizamos, além da linguagem textual, a imagética.

3.5.2.c. Elementos imagéticos

Em uma ciência abstrata como é o caso de Bioquímica, o papel da imagem se faz ainda mais relevante, uma vez que possibilita aos alunos a visualização de determinados eventos, a análise de processos complexos envolvendo elementos que não podem ser vistos a olho nu; estes são os casos da estrutura de uma proteína e do enovelamento protéico, por exemplo. A figura a seguir resume as quantidades percentuais e tipos de imagens e os presentes nas aulas do material reformulado.

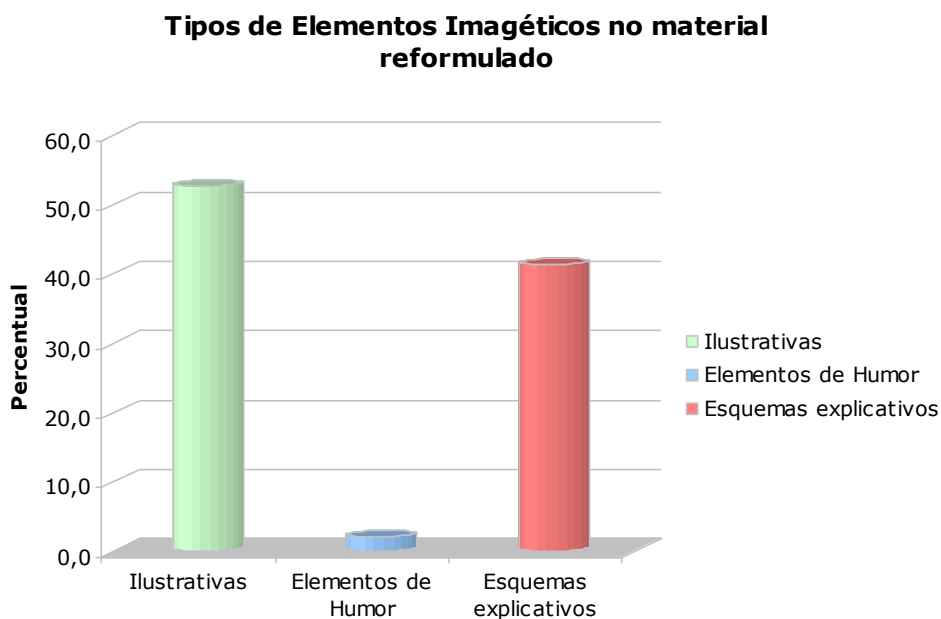


Figura 58: Imagens encontradas no material reformulado. As aulas do material reformulado foram analisadas, suas imagens contadas e categorizadas segundo as seguintes categorias: elemento ilustrativo, imagem explicativa e elemento humorístico. O número total de imagens categorizadas em cada tipo e a média por aula estão representados na figura.

O elemento imagético com finalidade de explicar conceitos ou representar eventos abstratos vinha sempre acompanhado de uma legenda explicativa que pudesse auxiliar aqueles que, embora tenham maior facilidade de aprender a partir da análise de imagens, ainda não estejam totalmente aptos para decodificar determinados tipos de esquemas. Isto explica o fato de 5% do que estava escrito, em média, em cada aula do material reformulado (figura 59) estar disponibilizado associado a imagens.

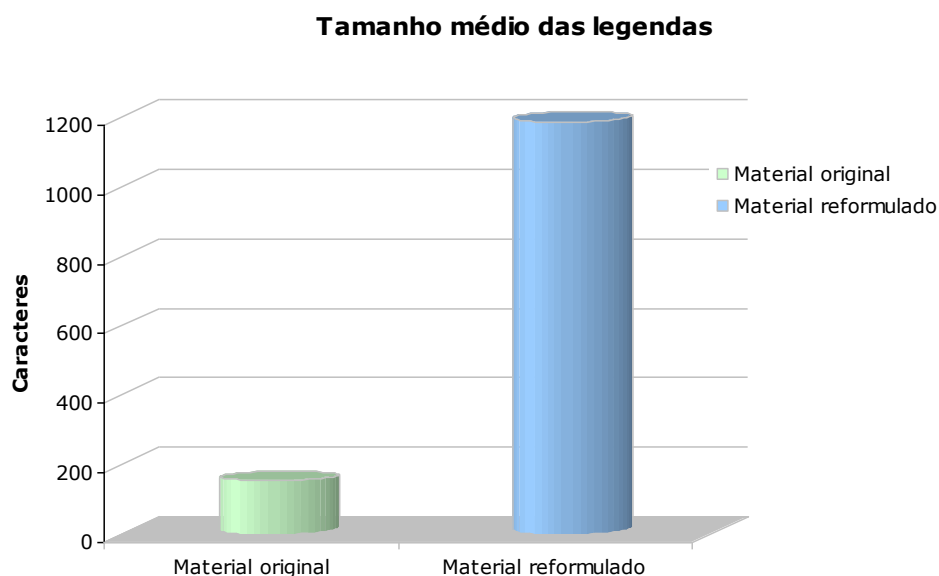


Figura 59: Tamanho médio das legendas utilizadas para explicação de imagens no material original e no reformulado. As legendas de ambos os materiais tiveram seus números de caracteres contados e a média entre todas as aulas foi obtida. Em seguida, o percentual de caracteres das legendas do material reformulado em relação ao material original foi calculado e o resultado está expresso no gráfico.

Os elementos imagéticos presentes no material reformulado têm origens distintas. Alguns deles, presentes no material original, foram diretamente reutilizados; outros, sofreram adaptações para que ficassem mais claros e fossem mais eficientes em transmitir a idéia que estava por trás de sua concepção; outros, ainda e por fim, foram inteiramente criados a fim de ilustrar ou explicar conteúdos que não contavam com reforço imagético na versão original do material (ou este não era satisfatório). Os percentuais médios destas origens estão representados na Tabela 7.

Tabela 7: Números médios de origem dos elementos imagéticos do material reformulado

Sobre Imagens	Material original	Material reformulado
Numero total de imagens	161	393
Imagens aproveitadas do material original	x	39
Imagens adaptadas do material original	x	88
Imagens inteiramente novas	x	268

Os materiais didáticos original e reformulado foram analisados comparativamente no que concerne às suas imagens, possibilitando a identificação daquelas que foram reutilizadas ou adaptadas a partir do material original inteiramente criadas para constar no material reformulado.

3.5.3. Atividades

As atividades são os elementos mais distintivos de materiais para educação a distância em relação a outros materiais didáticos, por deixarem de desempenhar o papel de verificadoras da aprendizagem e passarem a fazer parte do processo de construção do conhecimento. Por isso, as atividades, em materiais para a EAD cujo design instrucional seja desenvolvido com foco no aluno, e não no conteúdo, são cautelosamente elaboradas, posicionadas e comentadas, de forma que:

- despertem o interesse do aluno, a fim de que a relação custo e benefício associada à realização da atividade seja favorável. O aprendiz deve se sentir motivado a gastar tempo de estudo realizando a atividade, por perceber, sem dificuldades, o benefício que associado a esta ação;
- valorizem o desenvolvimento de habilidades cognitivas diversas no aluno, como identificação, interpretação, aplicação de conceitos, associação de informações e, especialmente, a resolução de problemas;

- proporcionem ao aprendiz graus diferentes de desafio ao realizar uma atividade, de forma que alunos que com maior dificuldade sejam capazes de resolver algumas atividades mais fáceis e alunos com maior facilidade no conteúdo se sintam também motivados e desafiados pelo material didático;
- façam parte ativa da construção do conhecimento, sendo disponibilizadas durante toda a aula, e não apenas no final;
- possibilitem ao aprendiz monitorar suas dificuldades e progressos, apresentando os objetivos aos quais se referem explicitados e respostas comentadas que indiquem para o aluno pelo menos uma possível rota de raciocínio possível para responder corretamente à proposição.

Foram oferecidas, no material reformulado, 120 atividades, distribuídas conforme pode ser observado na figura 60:

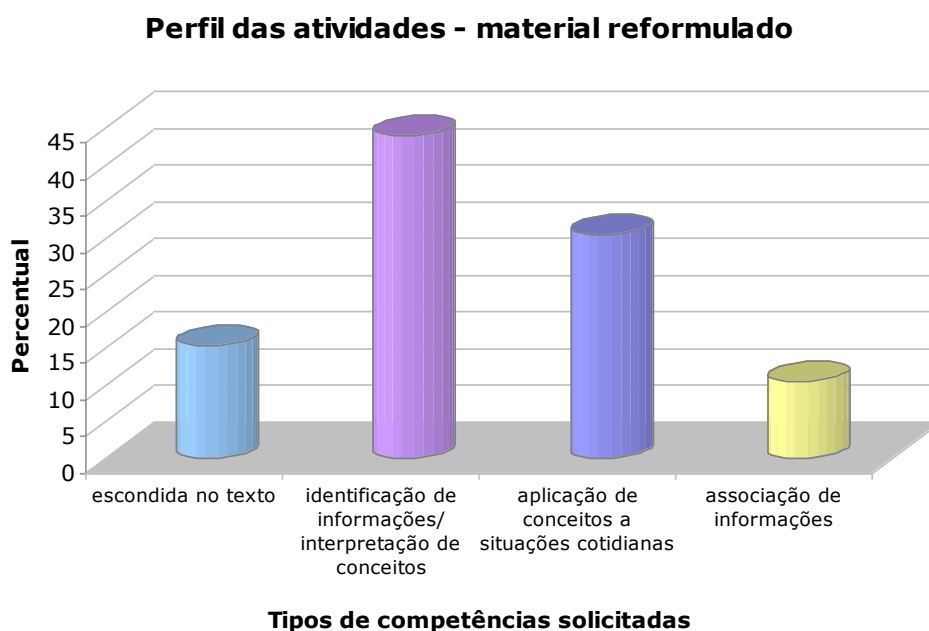


Figura 60: Perfil das atividades oferecidas no material reformulado, segundo as competências cognitivas necessárias para a resolução. Todas as atividades do material reformulado foram avaliadas segundo as competências cognitivas descritas nos Parâmetros Curriculares Nacionais e utilizadas como norteadoras das avaliações do Exame Nacional do ensino Médio – ENEM:

identificação e interpretação de conceitos (segunda coluna), aplicação de conceitos a situações cotidianas (terceira coluna) e associação de informações (quarta coluna); a esta classificação, excluimos apenas as atividades que não foram formalmente propostas, mas disponibilizadas no texto, em meio à construção das informações de um determinado núcleo conceitual. Este tipo de atividade é chamado “escondida no texto” (BARRETO *et al*, 2007), e seu percentual de ocorrência está representado na primeira coluna. Na última coluna está representada a soma dos percentuais de atividades voltadas para aplicação de conceitos e associação de informações.

As atividades de identificação e interpretação de conceitos apresentam, em geral, graus de complexidade mais baixos, o que está bastante relacionado ao fato de solicitarem processos mentais menos complexos para sua resolução. Sua presença em maior quantidade se explica com base em dois fatos. Primeiro, há determinados conceitos que só podem ter sua compreensão averiguada com este tipo de atividade; este é o caso, por exemplo, do cálculo do pH de uma solução, da interpretação de curvas de tamponamento de soluções, dentre outros. Segundo, o material didático, conforme mencionamos, deve ser capaz de atender a mais de um tipo de estudante. Atividades deste tipo atendem a aprendizes que têm maior dificuldade com o conteúdo – possivelmente a maioria dos inscritos todo semestre em Bioquímica 1 -, proporcionando a chance de recuperarem a auto-estima e a confiança na realização de uma atividade que se refere a um conteúdo árduo para eles e, talvez, instrumentalizando-o, psicologicamente, para investir na realização de outras atividades, algumas possivelmente com graus de complexidade mais elevados.

Atividades deste tipo estavam presentes compondo a grande maioria das atividades do material original – 86,3% (Figura 61). No material reformulado, tentamos inserir mais modelos de atividades, voltados para o desenvolvimento de outras competências cognitivas, reduzindo o percentual de atividades de identificação/ interpretação para menos de 41,7% do total de atividades.

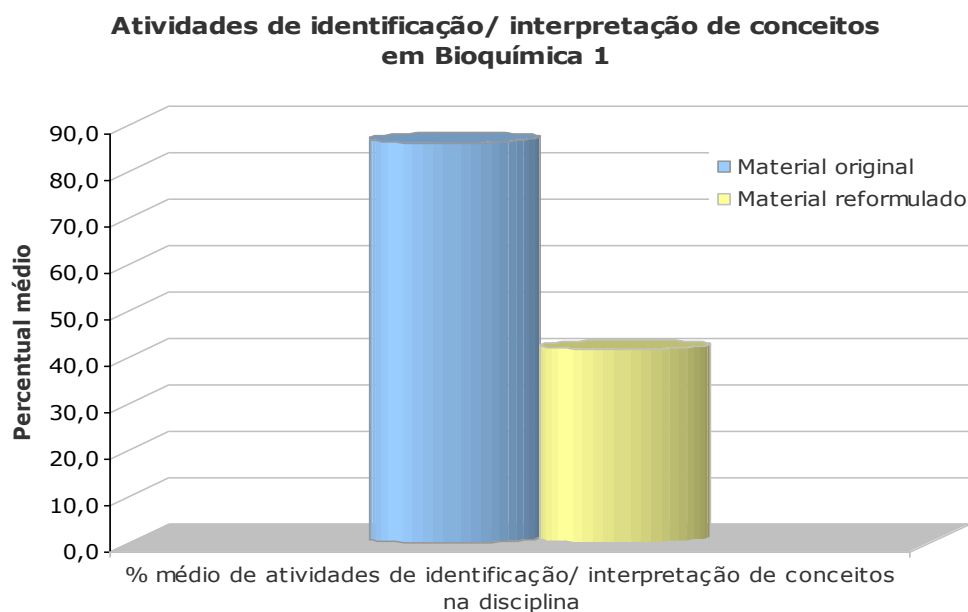


Figura 61: Percentual de atividades de identificação/ interpretação de conceitos no material didático de Bioquímica 1, original e reformulado. Aquelas classificadas como atividades de identificação/ interpretação de conceitos foram quantificadas e seus percentuais em relação ao total de atividades em todo o material didático foi calculado.

Os 41,7% de atividades com um grau de complexidade mais baixo oferecidos no material reformulado se apresentam mais elaboradas do que aquelas apresentadas no material original, como parte de uma estratégia voltada para despertar o interesse do aluno. Assim, mesmo que a aplicação de determinado conceito não fosse solicitada, as atividades apresentavam, em sua maioria, um enunciado que contextualizasse a pergunta a ser feita em seguida, ou que expressasse a relevância de se ter conhecimento acerca de determinado conteúdo. Esta maior elaboração dos enunciados pode ser monitorada pelos tamanhos médios (em caracteres) apresentados por eles em comparação com o material original, no qual, freqüentemente, a pergunta era diretamente proposta ao aprendiz sem maiores informações (Figura 62).

Tamanho dos enunciados das atividades de identificação/ interpretação

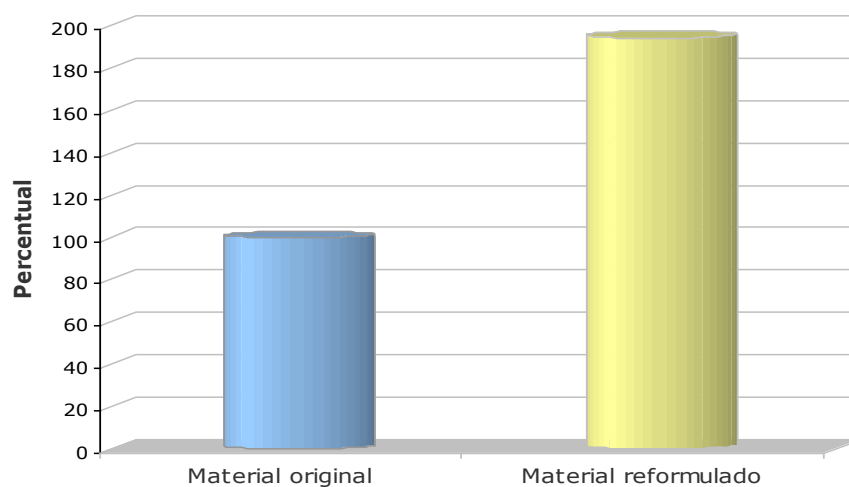


Figura 62: Comparação entre o tamanho dos enunciados das atividades de identificação/interpretação de conceitos presentes nos materiais original e reformulado de Bioquímica 1.

Mesmo desenvolvendo atividades menos complexas que apresentassem contextualização, optamos por incluir outros tipos de atividades, com graus de complexidade mais elevados. Nesta direção, há duas gradações de atividades presentes no material didático reformulado. Na menos complexa, apresentamos ao aluno uma situação cotidiana, geralmente por trás da qual há um problema para ser resolvido, e solicitamos que ele o fizesse. Para solucionar este tipo de atividade, o aluno tinha que interpretar o enunciado, ser capaz de relacioná-lo a determinado conceito da aula e transpor tal conceito para o caso relatado. Já no tipo mais complexo, um passo a mais neste processo era necessário: a associação de informações aparentemente desconexas, a fim de identificar por que caminhos chegar à solução para o problema apresentado; a partir disso, a relação com o conteúdo apresentado e aplicação dos conceitos no contexto das informações que o próprio aluno associou forneciam a resposta.

Atividades destes dois tipos atendem melhor a aprendizes mais avançados, que expressam maior domínio do conteúdo.

Com a análise das atividades, compomos a análise das inserções dos elementos instrucionais que alicerçam a construção de um design instrucional eficaz para a aprendizagem de conteúdos a distância, via material didático impresso. Por fim, apresentamos um panorama de distribuição de informações, em média, nas aulas do material reformulado.

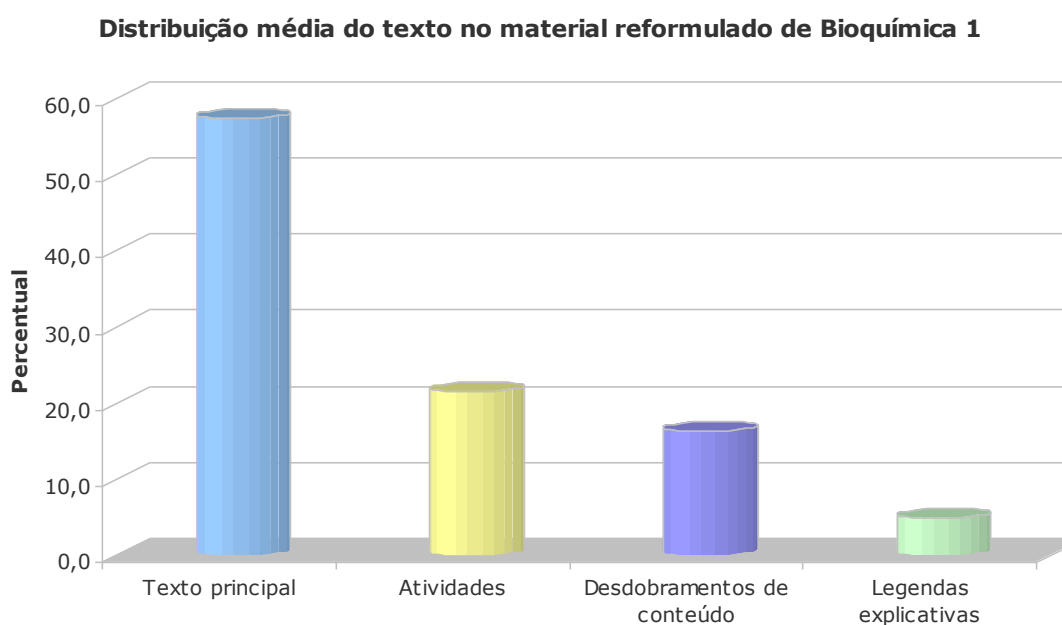


Figura 63: Distribuição média do texto nas aulas do material reformulado.

Esta distribuição mostra que as aulas não apresentam, de maneira alguma, um texto linear, diante do qual todos os aprendizes têm as mesmas opções de rota de estudo e diante do qual se comportarão necessariamente de forma passiva. Os percentuais apresentados mostram que há um quarto das informações escritas em uma aula alocadas em atividades, as quais solicitam uma postura ativa do aluno, proporcionam sua interação com o material didático e com os conteúdos que está aprendendo e, mais, oferecem retorno sobre seu desempenho, por meio das respostas

comentadas. Há 15% de informações alocadas em recursos de desdobramento de conteúdo indicam a presença de uma arquitetura da informação articulada, que dá origem a mais de uma rota de estudo possível e que visa atender a mais de um perfil de estudante. Do mesmo modo, 5% do texto total em legendas explicativas revelam a preocupação em oferecer não apenas esquemas que auxiliem na compreensão/visualização de determinados conceitos, mas também legendas que expliquem esses esquemas para um estudante menos acostumado com tais códigos visuais. Todos esses elementos, associados e articulados, mostram que o foco de elaboração do material didático se situa sobre o aluno, e não sobre os conteúdos apresentados.

3.6. Considerações

A aprendizagem centrada nas necessidades do aluno é um dos principais motes das concepções pedagógicas que norteiam as iniciativas de educação na modalidade a distância (SAMMONS, 2003). Isso acarreta para os professores, em termos práticos, a troca do foco do ensino, que passa do conteúdo para o aprendiz. As maneiras viabilizar essa troca ainda se apresentam como uma grande seara a ser desbravada; um processo em que a preocupação com um bom design instrucional é fundamental.

Um bom design instrucional está manifesto em diversas dimensões, desde a concepção do projeto de educação a distância em questão, passando pela escolha da mídia pela qual a informação será ofertada ao aluno e se aprofundando no nível de cada aula que é elaborada para esse propósito (BARRETO *et al*, 2007).

Acerca da escolha da mídia, há diversas possibilidades e, obviamente, a escolha deve ser baseada nas características do público-alvo em questão. Em projetos de inclusão social como é o caso do Consórcio Cederj, a opção pela mídia impressa como principal forma de oferta de conteúdo é adequada, por características que se apropriadas ao público, a saber: baixo custo, fácil transporte pelo aluno, fácil utilização e marcação, interface conhecida por todos e que não requer habilidades específicas para o uso (LOCKWOOD, 1992).

Um discurso relativamente freqüente em simpósios sobre Educação a distância e produção de materiais didáticos se refere a uma linearidade da mídia impressa e o uso desta mídia como algo ultrapassado. Afirmações como esta só são verdadeiras quando não há, por trás da elaboração do material didático impresso, um design

instrucional arrojado, que proporcione, de fato, a troca do foco educacional do conteúdo para o aprendiz.

No Cederj, a implementação de um design instrucional como o mencionado é feita pela parceria entre os professores e o setor de desenvolvimento instrucional, criado em 2003. Este setor não existia, portanto, quando o material original de Bioquímica 1 foi elaborado, por volta de 2000, logo no início do Consórcio. Naquela época era oferecido aos professores conteudistas uma revisão de linguagem voltada unicamente para a correção gramatical, sem preocupação com o desenvolvimento da informação expressa ou, muito menos, com o uso de elementos instrucionais como os que foram implementados no material durante a reformulação. Não havia o profissional que, mais recentemente, foi chamado de designer instrucional e, ainda que houvesse, é pouco provável que ele fosse capaz de interferir no material da mesma maneira que alguém com formação específica na área de Bioquímica, como é o meu caso.

Não obstante, como o Consórcio estava no seu início, não havia também conhecimento de características mais particulares do público para o qual o material estava sendo elaborado, o que também compromete a concepção de estratégias de ensino. Assim, algumas estratégias utilizadas no material reformulado (e.g. inserção de informações básicas de química e matemática), de fato, não poderiam ter sido implementadas no material original. Todos estes fatores justificam o fato de o material original - cujo conteúdo, por sua qualidade, foi inteiramente mantido durante o processo de reformulação - ter sofrido tantas intervenções, as quais tinham como objetivo principal permitir a troca do foco educacional mencionado anteriormente, do conteúdo para o aprendiz.

Um dos pontos a ser atacado nessa troca de foco educacional é o planejamento. Para os professores, com frequência, as informações são tão importantes que prescindir

delas parece uma tarefa impossível. No entanto, uma medida entre o que se seleciona para colocar no material e que seja coerente com a carga horária designada para o estudo de cada aula e o que é essencial deve ser alcançada.

Um material didático de qualidade não deve oferecer apenas o essencial; deve, sim, prover informações diversas para o aprendiz, explicitando para ele, o que é nuclear, uma vez que sua experiência na área o possibilita identificar com muito mais clareza quais são os conceitos fundamentais da disciplina. Daí a importância de um planejamento efetivo por parte do professor, que deve se dedicar a, uma vez conhecendo o que é mais relevante para seus alunos, explicitar os objetivos de aprendizagem clara e precisamente no início de cada unidade didática. Com eles, alunos que têm tempo restrito disponível para o estudo (ou não têm interesse por aquele conteúdo, em especial) conseguirão alcançar aquilo que o professor, no momento da concepção da aula, estipulou como fundamental, podendo atingir um nível satisfatório de conhecimento naquela determinada disciplina. Já aqueles aprendizes que possuem mais tempo disponível para o estudo (ou mais interesse pelo conteúdo) vão se beneficiar do que há de informação adicional, especialmente se elas forem ofertadas por meio de uma arquitetura da informação articulada, a partir da utilização de recursos de desdobramento de conteúdo que construam uma outra rota de estudo para que os alunos percorram a aula, diferente da rota seguida pelos aprendizes com menos tempo, interesse ou necessidade.

Essas estratégias para construção de um material didático versátil respondem àqueles que mencionam a mídia impressa como uma mídia linear. No que concerne às rotas de uso de um material didático impresso, as restrições da mídia podem ser tão bem administradas quanto mais formos capazes de implementar uma arquitetura da informação articulada para as informações que foram selecionadas pelo professor. Esta arquitetura da informação é um dos fatores mais importantes para garantir que um

material didático impresso não tenha apenas uma, mas várias rotas de estudo, dependendo do aprendiz que o estuda. Não obstante, a arquitetura da informação proporciona ao material a expressão de mais de um estilo de ensino, contribuindo para o aproveitamento do material por parte de alunos com diversos históricos acadêmicos e diferentes perfis em diferentes dimensões de aprendizagem.

3.6.1. Estratégias de ensino voltadas para alunos com diferentes históricos acadêmicos

No que concerne à reformulação do material didático levando em consideração os variados históricos acadêmicos, o uso de recursos de desdobramento de conteúdo foi fundamental para atendermos, em alguma medida, aprendizes que não tinham base de conhecimentos em química e matemática condizente com a aprendizagem de uma ciência como a Bioquímica. Esta ciência, assim como toda a Biologia, é bastante multidisciplinar e, para ser compreendida, depende do conhecimento prévio, por parte do aprendiz, de determinados conceitos de química, física e matemática.

Como estratégia de ensino, foram inseridos, freqüentemente, elementos periféricos que explicassem, por exemplo, conceitos como estrutura atômica, distribuição eletrônica, notação de estruturas químicas, o que é um isômero e como se calcula logaritmo; essas inserções foram feitas com o objetivo de subsidiar a aprendizagem de alunos que tivessem estas lacunas informacionais, oriundas de uma formação média deficiente ou com outro foco (e.g. curso normal ou de formação técnica).

A opção por disponibilizar essas informações em caixas como a de explicação expandida, por exemplo, se justifica pelo fato de elas não serem núcleos conceituais das aulas, mas sim elementos prévios necessários à compreensão destes. Esta arquitetura da informação atende, portanto, à necessidade de se manter a fluência do texto principal, isto é, da apresentação daquilo que, de fato, é nuclear; mais ainda, por essas serem informações das quais nem todos os alunos se beneficiarão, por já as deterem, colocá-las em elementos periféricos possibilita oferecermos mais ao aprendiz que necessita sem conturbar o estudo daquele que já sabe estas informações mais básicas.

Obviamente, a faixa de variedade de alunos e perfis escolares com a qual lidamos é tão ampla que sabemos ser impossível atender a todos, sem exceção. A cada semestre se inscrevem na disciplina Bioquímica 1 cerca de 400 alunos, distribuídos em quatorze pólos por todo o estado do Rio de Janeiro, desde Petrópolis - a cinquenta minutos da capital - até Bom Jesus do Itabapoana, quase na divisa do Rio de Janeiro com Minas Gerais. O que tentamos fazer foi aplicar ao material reformulado estratégias de ensino que possibilitassem que o material didático contemplasse às necessidades de um maior número de alunos, entendendo também que algumas lacunas certamente não serão preenchidas pelo material e que, neste caso, cabe ao aluno do ensino superior providenciar maneiras de preenchê-las. Este, inclusive, é um grande dilema que vivem os elaboradores de materiais didáticos para EAD: o quanto oferecer e o quanto deixar que os aprendizes busquem por conta própria, considerando o perfil que se espera de um aluno do ensino superior?

3.6.2. Estratégias voltadas para contemplar diversos perfis de aprendizagem

Já no que se refere ao atendimento de diferentes perfis em diferentes dimensões de aprendizagem, podemos dizer que o material didático reformulado se focou em atender a seis perfis variados, dois a dois, caracterizando as três dimensões de aprendizagem, conforme descritas por Felder & Silverman, em 1988: indutivo e dedutivo, visual e verbal e, por fim, reflexivo e ativo.

3.6.2.a. Indutivo e dedutivo

O uso das abordagens indutiva e dedutiva foi variado ao longo do material reformulado. Por vezes, um exemplo era utilizado para iniciar a aula e, a partir dele, os alunos eram conduzidos na construção de um conceito, caracterizando uma abordagem indutiva; em outras, os conceitos eram apresentados com alguma breve contextualização e, em seguida, quer no texto principal, em elementos periféricos ou nas atividades, exemplos de aplicação daquele conceito eram oferecidos, conduzindo o aluno na direção das conseqüências de determinados conceitos (para um exemplo, veja a atividade final da aula 15), o que constitui uma abordagem dedutiva.

As atividades tiveram um papel-chave neste tipo de ação, uma vez que freqüentemente solicitaram que o aluno aplicasse o conceito sobre o qual tinha acabado de estudar (figura 61). Mesmo nas atividades com graus de dificuldade mais baixos, que requeriam apenas poucos processos cognitivos para se chegar à resposta (identificação e interpretação de textos e conceitos) sempre foram utilizados elementos

contextualizadores, que, ao menos, justificassem para o aprendiz a importância de ele se deter em tal conceito. Uma das maneiras pelas quais podemos observar isso é pelo tamanho dos enunciados utilizados para propor uma atividade (figura 62).

A utilização dos dois estilos de ensino (indutivo/ dedutivo - FELDER & SILVERMAN, 1988) no material reformulado, para além de valorizar diferentes perfis de aprendizagem nesta dimensão, proporciona uma aprendizagem significativa aos alunos, no momento em que busca, antes ou depois da apresentação do conceito, aproximar-se da realidade do aprendiz, seguindo em parte as propostas feitas por ROGERS (1978) em um material didático.

3.6.2.b. Visual e verbal

Outra dimensão de aprendizagem contemplada no material foi aquela que se refere a perfis de aprendizes visuais e verbais. Para alunos que aprendem melhor lendo sobre uma informação, o texto da aula estava apresentado de maneira clara, precisa, coesa e bastante desenvolvida, o que aconteceu por meio das inserções de desenvolvimento de conteúdo; todos estes elementos utilizados na construção textuais podem ser observados na figura 56.

Já para aqueles alunos que aprendem melhor observando uma imagem, quer seja um esquema explicativo, um gráfico, uma tabela etc, oferecemos, freqüentemente, as mesmas informações do texto principal na forma imagética. Para atender a estes alunos visuais, foram criados 250 esquemas novos para o material didático e 88 foram adaptados para atender a este propósito (figuras 58 e 59). Cada aula tinha, em média 14,6 esquemas, dos quais, também em média, 40% explicavam conceitos que estavam também contemplados no texto principal (tabela 7).

É importante ressaltar que, no caso específico da Bioquímica, o elemento visual se torna importantíssimo, uma vez que facilita a transposição do campo abstrato para o concreto, uma das maiores dificuldades para os aprendizes desta ciência.

O elemento imagético é ainda mais relevante se considerarmos aprendizes com uma capacidade leitora comprometida, o que é uma das principais restrições reais da mídia impressa. Neste caso, a importância da imagem está em auxiliar a contornar a dificuldade de decodificação de informações via um código que, por vezes, não é completamente dominado pelo aluno - a linguagem escrita -, diferentemente do que acontece com a linguagem visual, dominada instintivamente. Neste sentido, a associação entre o elemento imagético e o textual pode atuar de maneira relevante para o aumento da eficácia da aprendizagem. A fim de construir esta associação mais explicitamente, o material reformulado sofreu a inserção de legendas explicativas comparativamente extensas, se levarmos em consideração as legendas que havia no material original (figura 59).

3.6.2.c. Reflexivos e ativos

Ainda contemplando diferentes dimensões de perfis de aprendizagem, durante a elaboração do material reformulado nos preocupamos com os perfis de alunos reflexivos e ativos. Há aprendizes que aprendem mais eficazmente apenas lendo ou ouvindo sobre uma idéia e há aqueles - a maioria, segundo FELDER & SILVERMAN (1988) - que necessitam realizar ações para que as informações estudadas, de fato, sejam internalizadas.

Aprendizes com o primeiro perfil, os reflexivos, se beneficiavam do texto estava escrito de maneira clara e precisa, com uma linguagem em tom de conversa, de forma que ele pudesse ter a sensação de estar em uma aula, de fato. Já para aprendizes com o

segundo perfil, os ativos, além do texto, havia, em todas as aulas do material reformulado, atividades contextualizadas e voltadas para competências cognitivas diversas (figura 60), entremeadas no texto e com respostas que justificassem os acertos e comentassem, quando pertinente, possíveis erros.

Sobre as atividades, é importante comentar alguns aspectos acerca do design instrucional pensado para este elemento instrucional. Em primeiro lugar, a opção por oferecer atividades que suscitem processos cognitivos variados e graus de dificuldade diversos favorece, como é o principal objetivo do uso de um bom design instrucional, a aprendizagem eficaz de estudantes com perfis variados. Há atividades voltadas para cálculo, identificação de conceitos, para interpretações de informações bastante simples ou em níveis mais complexos, aplicações de conceitos em situações reais, associação de informações; todas elas distribuídas ao longo de cada aula de forma que pudessem participar ativamente da construção do conhecimento do aluno, e não apenas se destinassem a uma verificação, *a posteriori*, da compreensão acerca dos conteúdos estudados.

O mais importante sobre a concepção das atividades, e que foi fator norteador na elaboração de grande parte das que foram propostas no material reformulado (42,5%) é o fato de estarem voltadas para a resolução de problemas. Entendemos que a resolução de problemas deva ser o mote da elaboração de atividades para materiais didáticos, uma vez que contribuem para aumentar a autonomia do aluno por desenvolverem, nesse aprendiz, a capacidade de lidar com problemas diferentes, quer no conceito que está por trás da sua resolução, quer na forma como ele se apresenta. Por isso, as interpretações mais complexas, as aplicações de conceitos e a associação de informações foram valorizadas no material reformulado.

Todas as atividades deste material apresentavam respostas comentadas, as quais têm papel-chave na relevância das atividades. Se, por um lado, as atividades

proporcionam ao aluno a oportunidade de monitorar seus progressos, mapear suas dúvidas, construir conceitos, analisar idéias, praticar a resolução de problemas e, ao cabo, desenvolver sua autonomia, por outro temos que todos os benefícios das atividades se tornam quase inválidos no momento em que não oferecemos para o aluno uma resposta satisfatória para a proposição feita.

Solicitar do aprendiz que realize uma atividade sem oferecer para ele a possibilidade de averiguar seu desempenho em seguida, justificando a resposta e mostrando como alcançá-la, faz com que nenhum dos papéis das atividades em materiais didáticos para educação a distância seja desempenhado. Contribuir para a autonomia do aluno e deixá-lo mais no controle do seu processo de aprendizagem, obviamente com suporte. É permitir que ele decida se quer realizar uma atividade proposta no material e, uma vez decidindo que irá fazê-la, permitir que ele descubra se acertou e, em caso negativo, onde cometeu o erro, a despeito de estar distante do professor.

Evidentemente, todos estes papéis só podem ser desempenhados pelas atividades se os aprendizes se debruçarem sobre elas, dedicando algum tempo e esforço intelectual para resolvê-las. Segundo LOCKWOOD (1992), existe uma relação de custo e benefício associada à execução de atividades propostas no material didático, que é avaliada pelos alunos mesmos que eles não se apercebam deste processo. Quando questionados sobre o que os faz realizar uma atividade ou não, estudantes da *Open University* - uma das instituições de maior referência em EAD no mundo - declaram que, na maioria das vezes, se atêm a uma atividade quando há certeza de sua relevância (e.g., se referem a um tema cobrado em avaliações) e quando ela é motivadora, em geral pelo contexto que expõe. Levando essas informações em consideração, todas as atividades do material reformulado explicitavam a que objetivos

de aprendizagem estavam relacionadas, por meio do uso do mesmo elemento iconográfico que numerava os objetivos no início de cada aula.

Já quando argüidos acerca do que lhes fazia não realizar uma atividade, a maior parte deles se referia ao tempo gasto nesta ação. De fato, atividades interessantes, contextualizadas e que solicitam a realização de mais de um processo mental, dependendo do seu grau de dificuldade, podem ser longas e necessitam de um tempo maior para sua resolução (LOCKWOOD, 1992).

A relação custo e benefício da execução de atividades é um dos maiores empecilhos para o aproveitamento do que uma atividade pode proporcionar quando realizada, especialmente em um sistema a distância como o Cederj, em que o tempo dos alunos é caro, uma vez que a maior parte deles trabalha em concomitância com o curso superior. O equilíbrio entre a oferta de boas atividades e a necessidade de menor tempo para a execução das mesmas é bastante delicado, podendo tender para a oferta de atividades pouco relevantes ou para aquelas que, embora valiosas, necessitam de um tempo enorme para serem feitas.

No material reformulado, a idéia de trazer para o campo concreto e cotidiano uma ciência aparentemente tão distante como a Bioquímica, fez com que a maioria das atividades apresentasse situações contextualizadas nos seus enunciados; boa parte delas requeria processos cognitivos mais complexos do que identificação ou interpretação simples de um texto/ conceito. Isso faz com que estas atividades requeiram maior tempo para sua resolução e, portanto, as coloca de frente com a possibilidade de serem descartadas pelos alunos. Investigações nesta direção, a fim de conhecer mais sobre o uso que os alunos fazem das atividades, especialmente das mais complexas, se fazem necessários posteriormente, bem como a avaliação do desempenho e satisfação dos alunos que realizam as atividades em contraponto àqueles que não realizam.

O desempenho dos alunos, inclusive, é uma variável que gostaríamos de ter avaliado neste trabalho; no entanto, incompatibilidades de prazos impossibilitaram esta análise, uma vez que os alunos que pretendíamos monitorar (os inscritos em Bioquímica 1 no segundo semestre de 2007) só tiveram acesso às 18 primeiras aulas do material reformulado. Esta variável será avaliada futuramente, para compor outras análises; ainda como parte desta tese, solicitamos que os alunos dessem suas impressões sobre as aulas do material reformulado, de acordo com um questionário enviado para que eles preenchessem com suas opiniões e também por meio de entrevistas telefônicas. O resultado desta coleta inicial de dados sobre a impressão dos alunos está apresentado no capítulo a seguir.

4. Impressões Iniciais de Alunos e Tutores

4.1. Coletando impressões iniciais

Grande ênfase tem sido dada às questões que cercam o processo de ensino-aprendizagem em decorrência das constantes mudanças ocorridas na nossa sociedade (RALDI, 2003).

A busca pela implementação de modelos educacionais em que o foco do processo de ensino e aprendizagem é o aluno e não o conteúdo tornou-se um dos grandes motes de projetos educacionais arrojados, voltados para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa e de um aprendiz autônomo (MOORE, 2003).

No que concerne a materiais didáticos, uma estratégia para caminhar nesta direção é o planejamento e a aplicação de um design instrucional consistente nos alicerces e no arcabouço teórico que o estruturam e desenvolvido com base em conhecimentos prévios sobre o perfil do alunado, conforme foi procurado realizar no processo de reformulação do material da disciplina Bioquímica I do curso de Ciências Biológicas do Cederj.

No entanto, em um sistema no qual se acredita de fato estar caminhando na direção de colocar o foco do processo de ensino e aprendizagem sobre o aluno, por mais consistente que seja o projeto instrucional em questão, não é possível prescindir da opinião dos alunos acerca do material didático oferecido a ele. É preciso investigar, geral e especificamente, o impacto do projeto instrucional na recepção do material didático pelos alunos. A essa investigação se refere este capítulo.

4.1.1. *Coleta de impressões sobre o material didático reformulado, de Bioquímica I, via entrevistas telefônicas.*

Uma planilha com os nomes e telefones dos 367 alunos inscritos em Bioquímica I no segundo semestre de 2007 (2007-2) foi disponibilizada pela secretaria acadêmica do consórcio Cederj, possibilitando que entrássemos em contato com os alunos. A partir desta planilha, foram amostrados aleatoriamente 73 alunos novos, 20% do total de alunos inscritos.

Estes alunos foram entrevistados por terceiros, via telefone, seguindo questionário elaborado para coleta de informações sobre as impressões iniciais dos alunos que utilizaram o material didático reformulado e, conseqüentemente, sobre o projeto instrucional que norteou este processo de reformulação. O seguinte instrumento foi utilizado nas entrevistas dos alunos que estavam cursando a disciplina Bioquímica I:

1. Você usou o material reformulado para cursar a disciplina bioquímica 1?

Sim Não

2. Você detectou diferenças nesse material em relação aos outros materiais que já estudou?

Sim Não

3. Você detectou diferenças entre as aulas que foram cobradas na AP1 e as aulas que serão cobradas na AP2?

Sim Não

Agora, vamos fazer perguntas somente em relação ao material que você usou para a AP1:

4. O que contribuiu, nesse material, para a sua aprendizagem e para o desenvolvimento da sua autonomia como estudante?

▪ Objetivos

() pouco () médio () muito

▪ Pré-requisitos

() pouco () médio () muito

▪ Texto da aula em tom de conversa

() pouco () médio () muito

▪ Atividades

() pouco () médio () muito

▪ Respostas comentadas

() pouco () médio () muito

▪ Boxes

() pouco () médio () muito

▪ Verbetes com significado de termos específicos

() pouco () médio () muito

▪ Gráficos, tabelas e esquemas

() pouco () médio () muito

▪ Legendas dos gráficos, tabelas e esquemas

() pouco () médio () muito

▪ Resumo

() pouco () médio () muito

5. Você percebeu que havia uma relação entre objetivos e atividades?

() Sim () Não

6. Esta relação foi importante para a sua aprendizagem?

() Sim () Não

7. Os objetivos orientaram o seu estudo?

() Sim () Não

8. O que você achou das atividades desse material em relação às atividades de outros materiais que você estudou?

9. E em relação às atividades das outras aulas de bioquímica, da 20 em diante?

10. As atividades do material novo estavam no meio do texto da aula, e não no final. Isso foi importante durante seu estudo?

11. Todas as atividades têm respostas comentadas, diferente do material anterior que tinha apenas um gabarito. Isso foi importante para o seu estudo?

12. Você fez Elementos de Química Geral antes de Bioquímica 1. O quanto você acha que esta disciplina contribuiu formando uma base para você estudar bioquímica?

Foi essencial Bastante Razoavelmente
 Pouco Nada

13. Você acha que o material novo te ajudou nas suas dificuldades em química?

Totalmente Bastante Razoavelmente
 Pouco Nada

14. Dê uma nota geral para o material reformulado de Bioquímica 1:

Ótimo Bom Regular
 Ruim Péssimo

As respostas obtidas foram contabilizadas e seus percentuais, em relação ao número total de entrevistados, foi calculado; os resultados desta análise preliminar das impressões dos alunos estão apresentados na próxima seção deste capítulo.

4.1.2. Coleta de impressões sobre aulas específicas do material didático reformulado, de Bioquímica I, via questionários enviados aos pólos.

A coleta de impressões sobre o material didático impresso reformulado de Bioquímica 1 foi realizada posteriormente às entrevistas telefônicas. Dada a percepção que tivemos, nestas entrevistas, de que os alunos que cursavam a disciplina pela segunda vez (ou mais) mostravam confundir suas percepções a respeito dos dois materiais didáticos (reformulado e original), decidimos solicitar apenas aos alunos que cursavam a disciplina pela primeira vez que dessem suas opiniões, cada um, uma aula do material reformulado, por meio de um questionário extenso, apresentado a seguir.

Bioquímica 1 - material reformulado
Avaliação da Aula 3

SOBRE ASPECTOS GERAIS E CONTEÚDO

1. Quanto tempo você demorou para realizar a leitura da aula, incluindo as atividades?
- Até 1 hora
 Entre 1 e 2 horas
 Mais de 2 horas
2. Quão motivante lhe pareceu o conteúdo?
- Bastante motivante
 Motivante
 Nem motivante nem desmotivante
 Desmotivante
 Bastante desmotivante
3. Em que medida você gostou desta aula?
- Gostei bastante
 Gostei
 Indiferente
 Não gostei
 Detestei
4. Quão difícil lhe pareceu a aula?
- Muito difícil
 Difícil
 Nem difícil nem fácil
 Fácil
 Muito fácil
6. A apresentação dos conteúdos se aproxima de alguma maneira de sua realidade ou das suas experiências?
- Sempre
 Quase sempre
 Às vezes
 Nunca
- 7a. Durante a leitura da aula, você sentiu necessidade de consultar outras fontes de informação para compreender o conteúdo do texto?
- Não senti necessidade
 Senti alguma necessidade
 Senti muita necessidade
- 7b. Quais fontes você utilizou? Livros, periódicos, internet ou o tutor?
-
8. Tendo em vista o tempo utilizado no estudo desta aula, como você avalia o seu aprendizado?
- Aprendi mais do que esperava
 Aprendi bastante
 Meu aprendizado foi razoável
 Aprendi pouco
 Aprendi menos do que esperava
9. Se o formato geral desta aula fosse considerado um modelo para todas as aulas do curso, de que maneira isto afetaria sua vontade de continuar o curso?
- Me sentiria bastante estimulado
 Me sentiria estimulado
 Não afetaria meu interesse
 Meu interesse diminuiria
 Meu interesse diminuiria bastante

10. Do que você **GOSTOU** nesta aula (você pode marcar mais de uma opção)?

conteúdo atividades estilo de redação boxes

seqüência do conteúdo ilustrações Resumo

11. Do que você **NÃO GOSTOU** nesta aula (você pode marcar mais de uma opção)?

conteúdo atividades estilo de redação boxes

seqüência do conteúdo ilustrações Resumo

12. Houve alguma parte da aula ou algum conceito que você tenha achado particularmente difícil de entender ou que você considere mal explicado? Em caso positivo, por favor, detalhe suas dúvidas.

13. Em relação aos casos descritos acima, o que sugere que seja alterado para melhorar a compreensão desta aula?

SOBRE OBJETIVOS E ATIVIDADES

14a. Os objetivos listados no início da aula deixaram claro o que você devia aprender? (*Objetivo é o que você, ALUNO, deve alcançar durante e ao final da aula*)

Sim
 Parcialmente
 Não

14b. Quais objetivos deixaram dúvidas? Por quê?

15a. Os objetivos foram contemplados durante o desenvolvimento do conteúdo?

Inteiramente contemplados
 Contemplados em sua maioria
 Poucos foram contemplados
 Nenhum objetivo foi contemplado

15b. Quais objetivos não foram contemplados?

16a. Todos os objetivos têm atividades relacionadas a eles para que você possa monitorar sua aprendizagem?

- Todos
 A maioria
 metade deles
 nenhum

16b. Quais objetivos não foram atingidos pelas atividades?

17. As atividades propostas eram motivadoras e incentivavam você a realizá-las?

- Bastante motivadoras
 Motivadoras
 Indiferente
 Desestimulantes

18. Dentre as atividades propostas nesta aula, avalie cada uma delas em relação aos seus aspectos positivos e negativos.

19. Realizando as atividades propostas você:

- Atingiu todos os objetivos listados da aula
 Atingiu parcialmente os objetivos da aula
 Não atingiu nenhum dos objetivos da aula

20. Qual o grau de dificuldade das atividades propostas?

- Muito difíceis
 Difíceis
 Nem difícil nem fácil
 Fáceis
 Muito fáceis

21. Qual a relevância das atividades propostas? Elas foram importantes para o seu aprendizado do conteúdo?

- Bastante relevantes
 Relevantes
 Indiferente
 Irrelevantes
 Bastante irrelevantes

22. A aula apresentou atividades diversificadas, de modo a facilitar a compreensão dos conteúdos?

- Sim
 Não

23. Com relação às atividades propostas nesta aula, você as considera suficientes para praticar os conteúdos da aula?

- Foram excessivas
 Foram satisfatórias
 Foram insuficientes

24. Você achou que as atividades propostas estavam bem distribuídas dentro do corpo da aula, entremeadas no texto, facilitando o aprendizado de cada seção do conteúdo?

- Bem distribuídas
 Razoavelmente distribuídas
 Mal distribuídas
 Não havia atividades entremeadas

25. Você considera que há clareza nas instruções dos enunciados das atividades propostas?

- Bastante clara
 Clara
 Pouco clara
 Obscura

26. Você acha que as respostas comentadas presentes nas atividades foram suficientemente discutidas na aula de forma a orientar e contribuir para seu aprendizado?
- Bastante obscura
 Amplamente discutida
 Bem discutida
 Parcialmente discutida
 Nenhuma resposta foi discutida
27. Levando em consideração a sua rotina diária e o tempo que você tem disponível para suas atividades acadêmicas, você diria que a realização das atividades propostas nesta aula é viável?
- Sim, completamente factível
 Sim, mas com dificuldades
 As atividades não são factíveis

SOBRE O ESTILO DE REDAÇÃO

28. Considerando o estilo de redação desta aula, você caracteriza a linguagem agradável à leitura?
- Muito agradável
 Agradável
 Indiferente
 Pouco agradável
 Desagradável
29. Quanto à linguagem utilizada, a aula apresentou equilíbrio entre linguagem científica/técnica e linguagem cotidiana?
- Sempre
 Quase sempre
 Às vezes
 Nunca
30. Você achou que o estilo de redação do texto facilitou o aprendizado do conteúdo?
- Facilitou muito
 Facilitou
 Não facilitou nem dificultou
 Dificultou
 Dificultou muito

SOBRE AS ILUSTRAÇÕES

31. As tabelas, gráficos e esquemas presentes na aula lhe ajudaram a compreender o conteúdo?
- Ajudaram bastante
 Ajudaram
 Indiferente
 Dificultaram
 Dificultaram bastante
32. Você achou que as tabelas, gráficos e esquemas da aula estiveram presentes em número suficiente?
- Foram excessivas
 O número foi adequado
 O número foi pequeno
 Foram insuficientes
33. Você achou que os boxes lhe ajudaram a compreender o conteúdo do texto principal da aula, esclarecendo pontos sobre os quais você tinha dúvidas?
- Ajudaram bastante
 Ajudaram
 Indiferente
 Dificultaram
 Dificultaram bastante
34. Você achou que os boxes contextualizaram o conteúdo do texto principal, oferecendo/ orientando maior conhecimento sobre o tema da aula e conteúdos correlatos
- Ajudaram bastante
 Ajudaram
 Indiferente
 Dificultaram
 Dificultaram bastante

35. A aula apresenta sugestões de filmes, sites e leituras complementares? Estas sugestões contribuíram para uma melhor compreensão dos conteúdos?

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

36. Utilize este espaço para fazer qualquer outro comentário que você gostaria que o autor da aula levasse em consideração na elaboração deste material e para sua futura re-impressão.

Este questionário foi distribuído aos alunos que compareceram aos pólos para a realizar a segunda avaliação presencial (AP2). Acompanhando o questionário, foi enviada também uma carta-convite, solicitando a participação do aluno na avaliação do material:

Caro Aluno,

Neste semestre, começamos a reformulação do material didático de Bioquímica 1. Este novo material foi disponibilizado para você até a aula 19 e é muito importante para nós saber sua opinião a respeito das mudanças que fizemos, para podermos continuar a trabalhar de forma a produzir materiais didáticos que auxiliem na sua aprendizagem.

Uma vez que você é o foco e o motivo pelo qual trabalhamos buscando produzir materiais mais agradáveis de estudar e mais eficazes para a sua aprendizagem, é fundamental contar com sua avaliação sobre o que estamos fazendo. Para isso, gostaríamos que você preenchesse este questionário que está em anexo com as impressões que você teve a respeito da aula de bioquímica indicada no início da página, abaixo do seu nome.

Sinta-se à vontade para expressar sua opinião sincera sobre a aula que for avaliar. Após preencher os campos solicitados, use o espaço disponível no final do questionário para qualquer comentário que livre que queira fazer, sobre aspectos que você ache que não tenham sido abordados nesse nosso instrumento de avaliação.

Desde já agradecemos sua participação e sua contribuição para a melhoria do material didático do CEDERJ.

Atenciosamente,

Ana Paula Abreu-Fialho
Supervisora de Desenvolvimento Instrucional
Consórcio CEDERJ

A escolha das aulas a serem comentadas pelos alunos foi feita a partir da análise dos conteúdos abordados na primeira avaliação presencial do semestre (AP1). Os conteúdos cobrados na AP1, que foram oferecidos aos alunos por meio do material reformulado, haviam sido apresentados nas seguintes aulas (tabela 8):

Tabela 8: Conteúdos abordados na avaliação presencial e as aulas que os apresentaram.

Questão	Aula a que está relacionada
1	3
2	3
3	6
4	5
5	(aula prática de titulação de aminoácidos - atividade presencial que não consta no material didático)
6a	11
6b	todas as aulas de proteínas (11 a 16)
7	16

Solicitamos que os alunos preenchessem o questionário, com base no critério apresentado, as aulas 3, 5, 6, 11 e 16. Pedimos também que dessem suas impressões sobre a aula 12, a fim de contemplar mais uma aula de proteínas, cujo conteúdo foi abordado na questão 6b da prova. Além dessas, propusemos que opinassem sobre a aula 7, sobre tampões, tema destacado pelos tutores, em investigação prévia à reformulação, como um de maior dificuldade dos alunos no bloco de aulas cobrado na AP1.

Os resultados desta coleta preliminar de impressões, em valores percentuais, serão apresentados ainda neste capítulo.

- Pré-requisitos
() Muito () Médio () Pouco
- Texto da aula em tom de conversa
() Muito () Médio () Pouco
- Atividades
() Muito () Médio () Pouco
- Respostas comentadas
() Muito () Médio () Pouco
- Boxes e verbetes
() Muito () Médio () Pouco
- Gráficos, tabelas e esquemas
() Muito () Médio () Pouco
- Legendas das tabelas, gráficos e esquemas
() Muito () Médio () Pouco
- Resumo
() Muito () Médio () Pouco

Espaço para Comentários:

6. Os objetivos, da maneira como estavam redigidos no material reformulado, ajudaram a esclarecer quais eram os pontos mais importantes de cada aula, de maneira clara e precisa?

- () Foram essenciais () Bastante () Razoavelmente () Pouco () Nada

7. O que você achou das atividades do material reformulado em relação às atividades do material antigo? Comente-as segundo: o número, o formato, a contribuição para a aprendizagem do aluno, o grau de dificuldade.

8A. Você percebeu que havia uma relação entre objetivos e atividades no material?

- () Sim () Não

8B. Se percebeu, você acha que esta relação contribuiu para a sua atuação como tutor ao orientar a aprendizagem do aluno?

Sim Não

10. Todas as atividades do material reformulado têm respostas comentadas, que são diferentes de um gabarito. Você acha que isso contribuiu para sua atuação como tutor? Se sim, de que maneira?

11. A maior parte dos alunos que estão cursando a disciplina pela primeira vez fizeram Elementos de Química Geral antes de Bioquímica 1. O quanto você acha que esta disciplina contribuiu formando uma base para a bioquímica?

Foi essencial Bastante Razoavelmente
 Pouco Nada

12. Na sua opinião, em que os alunos têm maior dificuldade?

13. Você acha que esse material se aproximou mais de algumas destas dificuldades, tentando esclarecer os pontos a que se referem? Se sim, descreva o que você acha que valeu a pena ser inserido e o que ficou faltando, na sua opinião.

14. Como você avalia o material reformulado?

Ótimo Bom Razoável Ruim
Péssimo

15. Faça qualquer comentário que ache pertinente sobre o material reformulado:

Oito tutores participaram fornecendo suas impressões iniciais; suas respostas foram analisadas preliminarmente e suas opiniões serão apresentadas ao final da seção de resultados.

4.2. Resultados preliminares

4.2.1. Resultados preliminares sobre as impressões dos alunos obtidos a partir das entrevistas telefônicas

Entrevistas telefônicas com alunos de Bioquímica 1 foram realizadas com alunos inscritos em Bioquímica 1 no segundo semestre de 2007, a fim de coletar impressões iniciais sobre o que acharam do material didático impresso reformulado da disciplina.

Amostramos, aleatoriamente, 150 estudantes dentre os 394 inscritos. Dentre esses 150, conseguimos conversar com 73 alunos que cursavam a disciplina pela primeira vez (alunos “novos”) e 29 alunos que cursavam a disciplina novamente (alunos “repetentes”). As entrevistas foram realizadas por terceiros.

Nas entrevistas, 72% dos repetentes declararam ter utilizado o material reformulado; no entanto, enquanto realizávamos essa entrevista, foi possível perceber que, muitas vezes, eles se referiam a elementos do material original, embora estivéssemos reforçando que a entrevista se prestava a coletar dados sobre o material reformulado.

Devido a esta percepção, entendemos que as opiniões dos alunos repetentes poderiam expressar percepções acerca dos dois materiais didáticos. Como o propósito das entrevistas era coletar impressões sobre o material reformulado – e não fazer uma avaliação global da disciplina Bioquímica 1 -, decidimos considerar apenas os dados dos alunos que cursavam a disciplina pela primeira vez.

Dos alunos entrevistados, 90% havia utilizado o material reformulado para cursar a disciplina Bioquímica 1, o que foi possível porque havia disponibilidade, em alguns pólos, tanto do material reformulado quanto do material original; desses 90%, 81,1% detectou diferenças entre este material e outros materiais de outras disciplinas e 79,4% foi sensível para diferenças existentes entre o material reformulado e o material original. Foi possível argüi-los a respeito das diferenças entre os dois materiais de Bioquímica 1 porque os alunos tiveram acesso apenas até a aula 19 do material reformulado, em 2007-2, e, daí por diante, terem utilizado o material original. Estes dados estão apresentados na figura 64.

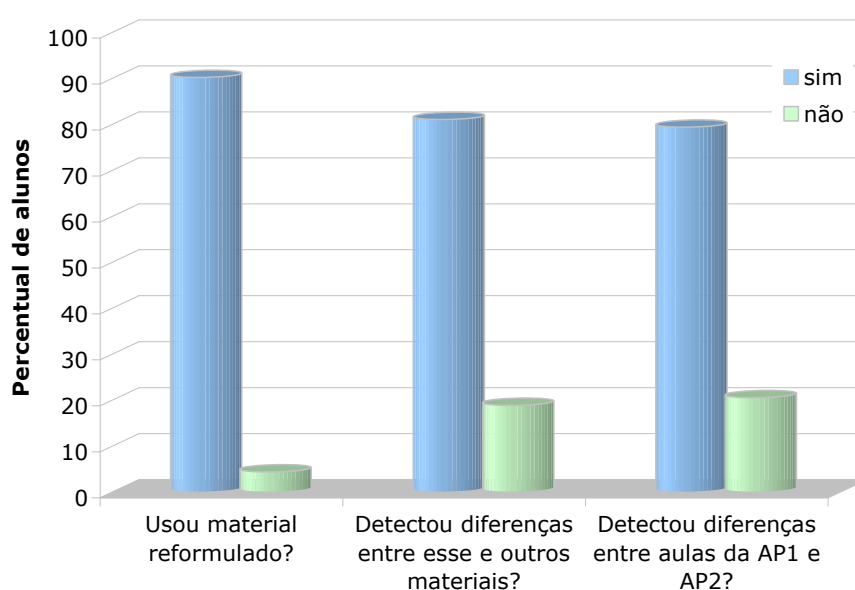


Figura 64: Percentual de alunos entrevistados (n=73) que utilizou o material reformulado e, dentre esses, quantos (em porcentagem) detectaram diferenças entre esse e outros materiais e detectaram diferenças entre o material reformulado e o material original.

Quando perguntamos sobre as diferenças entre o material reformulado e outros materiais, ouvimos declarações tais como:

Muita. O material reformulado tem mais exemplos, é mais fácil e tem mais atividades pra gente fazer. (depoimento de um aluno do pólo de Volta Redonda)

Tem diferença sim. O material reformulado é mais interativo, dentro da realidade. A matéria é difícil, mas gostei porque foi contextualizada, apresentada mais dentro da minha realidade. (depoimento de um aluno do pólo de Campo Grande)

Como os alunos estudaram, no mesmo semestre com uma parte das aulas reformuladas (até a 19) e outra de aulas no formato original (aula 20 em diante), foi possível perguntar se eles detectavam diferenças entre os dois materiais. Duas respostas representativas das que obtivemos são:

Muita diferença. Tem muito mais riqueza de detalhes, é muito mais claro. O material reformulado conduz o assunto de forma muito tranqüila. (depoimento de um aluno do pólo de Nova Friburgo)

Ah, tem diferença, sim. O material reformulado é muito mais contextualizado que o antigo, tem mais atividade e mais exemplo. É mais fácil de entender porque ta tudo mais explicado. (depoimento de uma aluna do pólo de Itaperuna)

Dos alunos que detectaram a diferença, alguns fizeram comentários como o que transcrevemos:

O primeiro módulo tá diferente, mais fácil de entender. O problema é que tem muita informação, e tem coisas que são dadas na aula e que não caem nas APs [avaliações presenciais], ou seja, são meio inúteis. (depoimento de uma aluna do pólo de Paracambi)

Transcrevemos este comentário porque uma preocupação que tivemos enquanto o material estava sendo reformulado era de se ele estava, com todas as atividades e inserções que foram feitas, possível de ser estudado em duas horas, carga prevista para o estudo de cada aula desta disciplina. Este comentário, feito por uma aluna nas entrevistas, influenciou na elaboração do instrumento preliminar de coleta de impressões iniciais que enviamos para os pólos, conforme será apresentado e discutido mais adiante.

Depois das perguntas sobre percepções gerais acerca do material reformulado em relação a outros materiais, partimos para a investigação específica do impacto dos elementos instrucionais para a aprendizagem destes alunos. Primeiro, solicitamos que eles respondessem “muito”, “médio” ou “pouco” para o grau de contribuição para sua aprendizagem e desenvolvimento de sua autonomia dos seguintes elementos constituintes da reformulação:

- Objetivos
- Pré-requisitos
- Texto da aula em tom de conversa
- Atividades
- Respostas comentadas
- Boxes
- Verbetes com significado de termos específicos
- Gráficos, tabelas e esquemas
- Legendas das gráficos, tabelas e esquemas

- Resumo

O resultado, em percentual, das respostas obtidas está apresentado na figura 65:

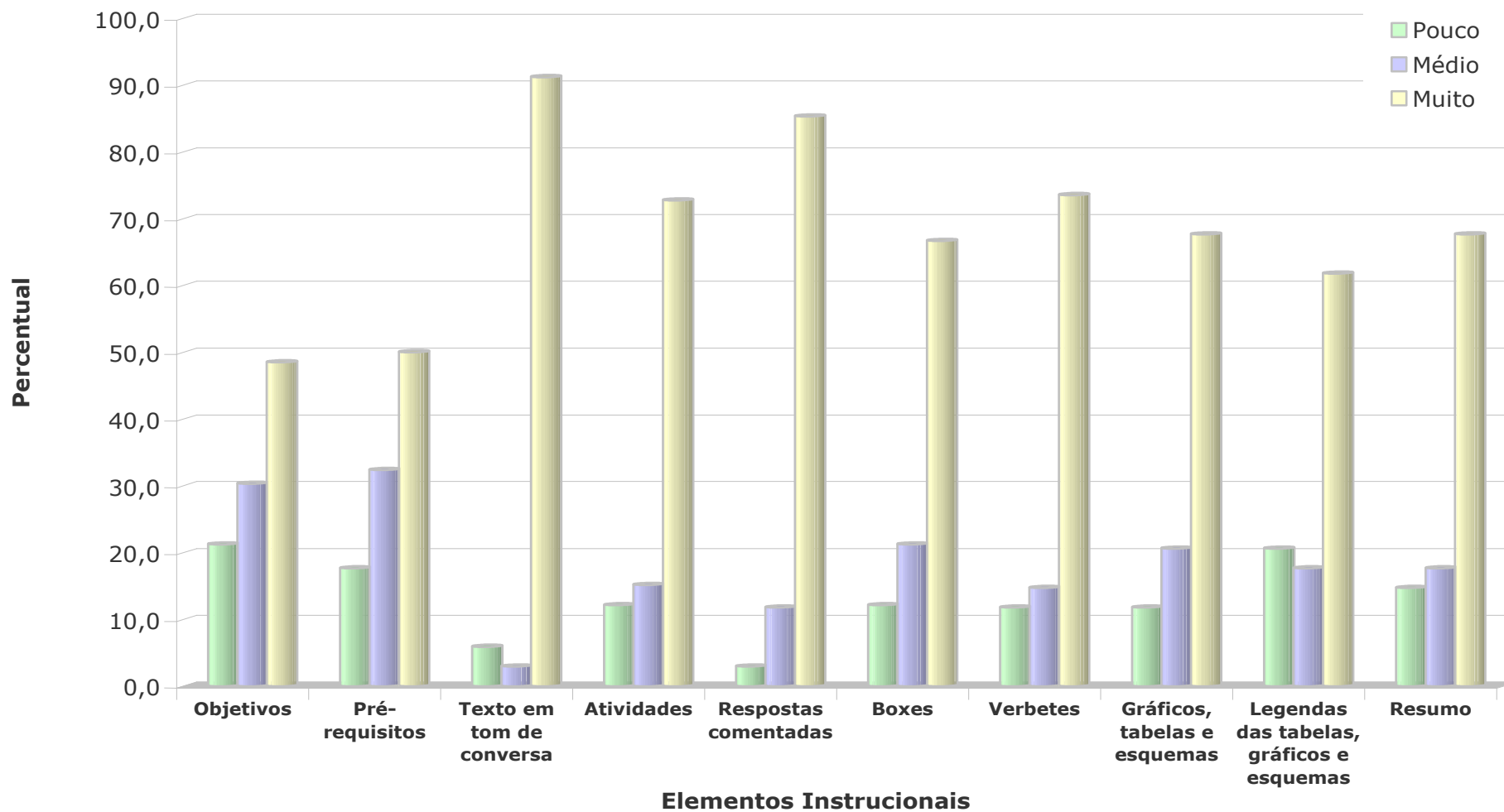


Figura 65: Grau de contribuição para a aprendizagem dos alunos dos diversos elementos do projeto instrucional, utilizados na reformulação do material didático da disciplina Bioquímica 1. Os alunos entrevistados foram solicitados a responder muito, pouco ou médio para o grau de contribuição para sua aprendizagem e autonomia de cada um dos elementos instrucionais apresentados. O gráfico apresenta o resultado percentual das respostas obtidas.

A maioria dos alunos avaliou como alta a contribuição de todos os elementos instrucionais inseridos no material reformulado, conforme é possível observar na figura 65. Os itens melhor avaliados e que, segundo os alunos, contribuíram muito para a aprendizagem foram o texto em tom de conversa (91,2%) e as respostas comentadas inseridas logo após as atividades (85,3%); em seguida, foram apontados os verbetes com significados de termos técnicos (73,5%) e as atividades (72,7%).

Sobre o texto, ouvimos constantes elogios; um comentário representativo dos demais está expresso a seguir:

O texto em tom de conversa deixa a gente mais a vontade, é como se tivesse alguém do lado. (depoimento de uma aluna do pólo de Paracambi)

Perguntamos aos alunos, também, a respeito dos objetivos e a relação destes com as atividades. Dos alunos entrevistados, 94% revelou que os objetivos orientaram o estudo. O casamento destes objetivos com as atividades do material foram percebidos por 85,3% dos alunos; destes 85,3%, todos declararam que esta relação foi importante para a aprendizagem (figura 66).

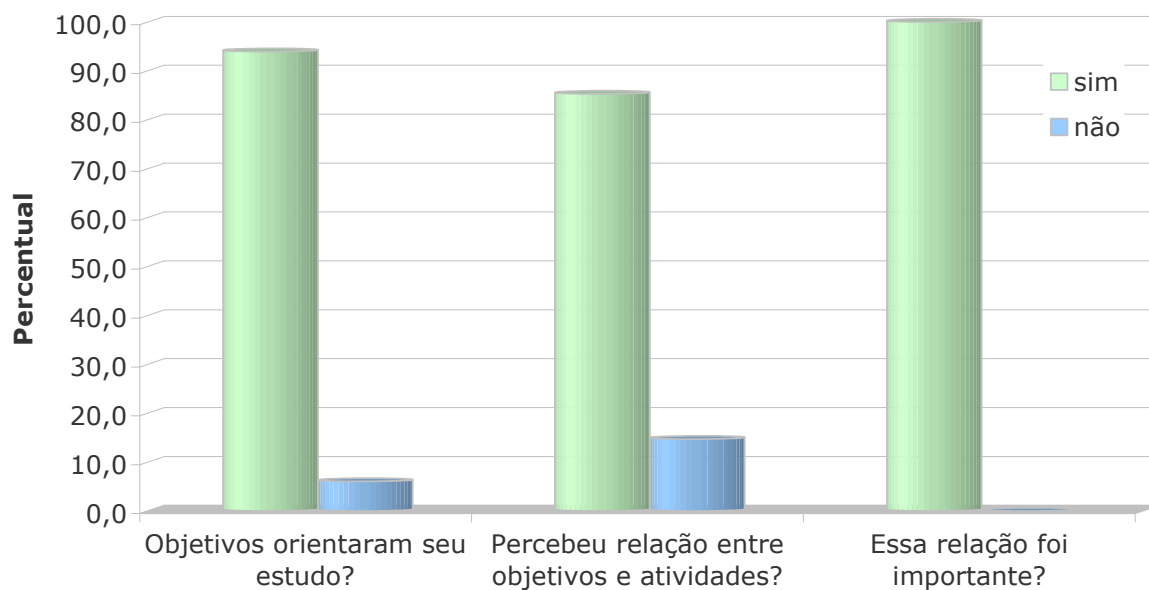


Figura 66: Percepção dos alunos em relação aos objetivos e sua relação com as atividades (n=73).

Os objetivos listados ao início de cada aula, da maneira como foram redigidos, orientaram os alunos em seus estudos, conforme declararam 94% dos entrevistados. Ouvimos frases como:

*A partir dos objetivos, você sabe o que é mais importante estudar.
(depoimento de uma aluna do pólo de Volta Redonda)*

Houve, no entanto, alunos que declararam que sequer liam os objetivos:

Ah, eu nem leio os objetivos, eles me passam despercebidos. Eu passo logo pra dentro da aula, não paro pra ler a capa. (depoimento de uma aluna do pólo de São Francisco de Itabapoana)

Essa e alguns outros alunos que compuseram 15% dos entrevistados não perceberam que os objetivos estavam diretamente associados às atividades; dos 85% que perceberam a existência de uma relação entre estes elementos instrucionais, todos declararam tê-la achado importante para a aprendizagem. Alguns comentários se assemelhavam ao seguinte:

A relação é importante porque, se você acerta a atividade, atingiu o objetivo. (depoimento de um aluno de Volta Redonda)

Quando questionados sobre as atividades do material reformulado, os alunos declararam tê-las achado melhores do que as de outros materiais que já utilizaram e do que as atividades do material de Bioquímica da aula 20 em diante (material original), conforme apresentado no figura 67.

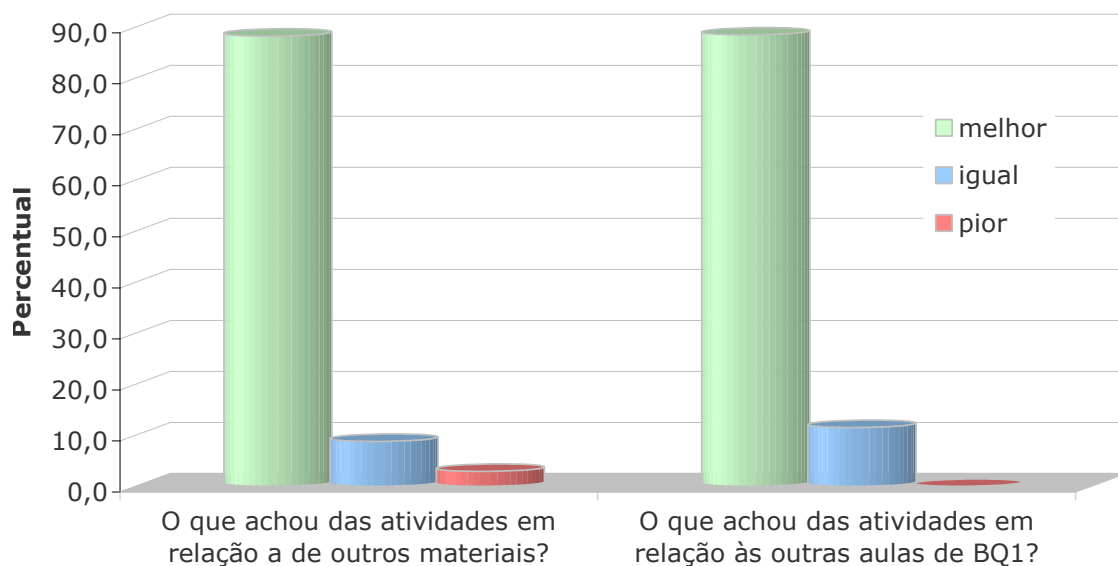


Figura 67: Opinião dos alunos (n=73) sobre as atividades do material reformulado em comparação com outros materiais de outras disciplinas e com o material original de Bioquímica 1, ao qual eles tinham acesso, a partir da aula 20.

Sobre as atividades, alguns alunos declararam que as achavam mais contextualizadas e, por isso, mais interessantes. Um comentário representativo está apresentado a seguir:

Essas são melhores, porque estão voltadas para a prática, com uma linguagem melhor. (depoimento de uma aluna do pólo de Petrópolis)

Houve um comentário que se referia ao tamanho das atividades, como este:

Foi difícil relacionar as atividades com os objetivos porque os exercícios são gigantes. (depoimento de um aluno do pólo de Piraí)

Houve, também e freqüentemente, comentários que se referiam ao número de atividades oferecidas nas aulas:

As atividades do material são num nível mais baixo do que o da prova. Acho que precisava ter mais atividade no material didático. (depoimento de uma aluna do pólo de Angra dos Reis)

Houve alguns alunos que declararam que não faziam as atividades, embora as lessem, assim como às suas respostas comentadas.

Eu quase nunca faço as atividades. Porque eu trabalho, tenho dois filhos, acaba sobrando pouco tempo pra estudar e aí, eu só leio as atividades, não fico tentando fazer. (depoimento de uma aluna do pólo de Macaé)

Ah, leio [a resposta]! É bom, faz a gente abrir a cabeça, ver uma resposta organizada, como a que o professor espera que a gente dê na prova. (depoimento de uma aluna do pólo de São Francisco)

As respostas comentadas foram um dos elementos instrucionais de maior impacto sobre os alunos, bastante bem avaliadas, assim como o fato de as atividades se encontrarem, no material reformulado, entremeadas à apresentação do conteúdo, e não mais ao final de cada aula, como era no material original. Mais de 90% dos alunos declararam que as respostas foram importantes para sua aprendizagem, assim como o fato de as atividades estarem entremeadas no texto, e não ao final das aulas. Essas respostas dos alunos estão representadas no figura 68.

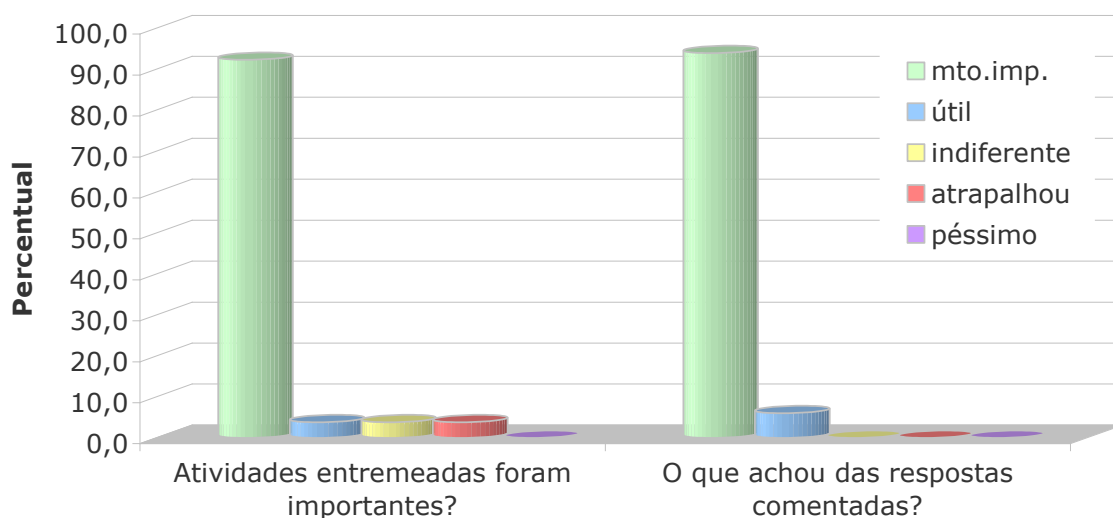


Figura 68: Percepção dos alunos a respeito da importância para a aprendizagem do posicionamento das atividades nas aulas e das respostas comentadas, disponibilizadas abaixo de cada atividade.

Sobre as atividades estarem entremeadas no texto da aula e suas respostas comentadas, os alunos disseram:

A atividade associada a cada tópico facilita aprender cada parte da aula. (depoimento de um aluno do pólo de Bom Jesus do Itabapoana)

É muito importante, porque você dá uma paradinha, pensa sobre o que foi falado, fixa a informação e depois continua. (depoimento de uma aluna do pólo de Nova Friburgo)

As respostas foram muito importantes, já que a gente não tem o professor do lado. As respostas deixam a gente saber se acertou ou errou e por que. (depoimento de um aluno do pólo de Angra dos Reis)

Um ponto que decidimos investigar também nestas entrevistas foi a percepção dos alunos em relação à importância de cursar Elementos de Química Geral (EQG) antes de Bioquímica 1.

Dos alunos que estavam cursando Bioquímica 1 depois de Elementos de Química Geral, 51% acharam que esta disciplina foi essencial ou contribuiu bastante para a aprendizagem da primeira, ao passo que 33% acharam que contribuiu foi pouca ou nula.

Já quando perguntamos se o material reformulado havia ajudado nas dificuldades em Química, 53% mencionaram que as intervenções nesta direção, feitas no material, foram essenciais ou ajudaram bastante, enquanto apenas 9,5% acharam que a contribuição das inserções de conteúdo químico foram pouco ou nada úteis (figura 69).

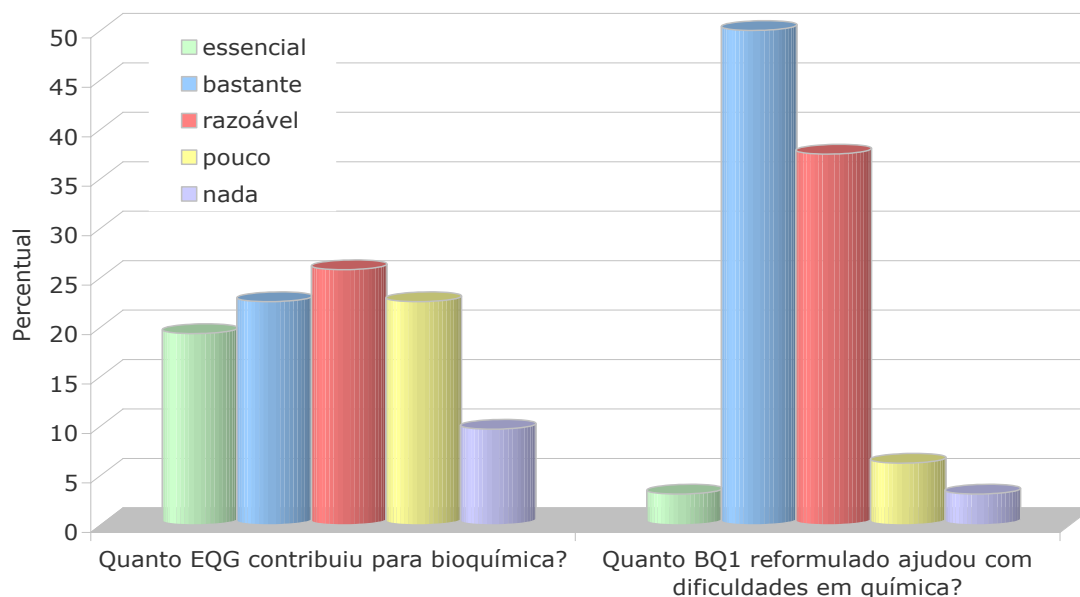


Figura 69: Contribuição, para aprendizagem de Bioquímica 1, da disciplina Elementos de Química Geral e das inserções com conteúdo químico, realizadas no material reformulado.

Por fim, quando solicitamos que eles dessem um conceito geral para o material reformulado, as respostas obtidas mostraram que, de uma forma geral, a percepção inicial dos alunos acerca do material didático reformulado foi bastante positiva.

Mais da metade dos alunos disse que o material ficou ótimo; 34% disseram que o material ficou bom. Os 9,4% restantes mencionaram que o material era regular ou ruim. Nenhum aluno declarou que o material era péssimo.

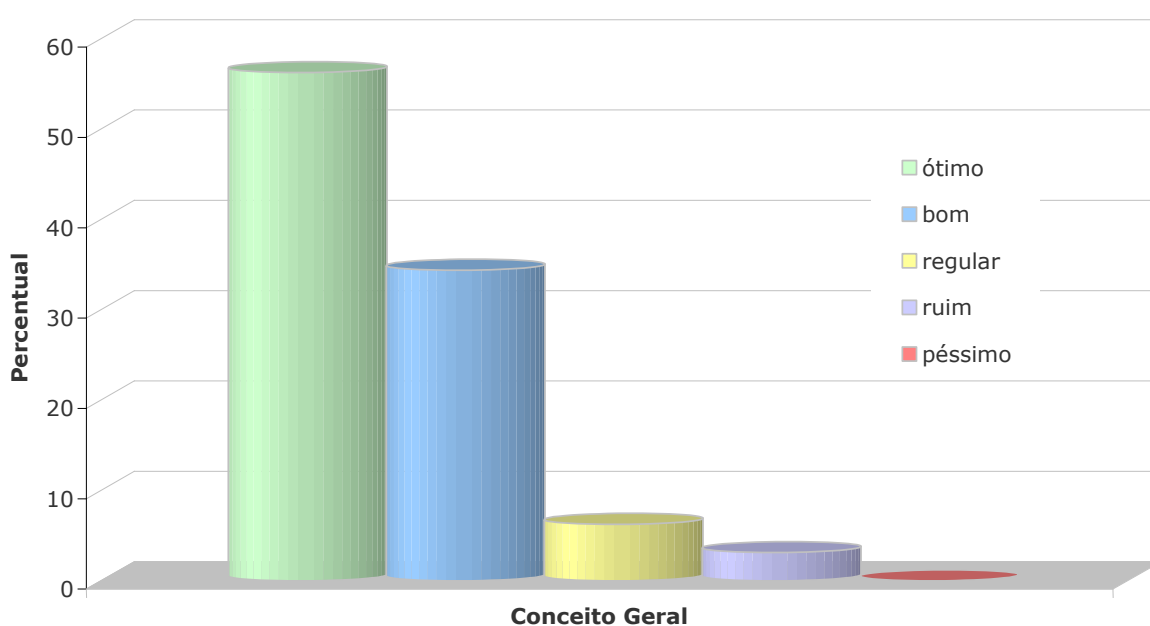


Figura 70: Conceito Geral, atribuído pelos alunos, ao material reformulado de Bioquímica 1.

Depois das avaliações obtidas por meio de entrevistas, decidimos realizar uma avaliação por meio de questionários, conforme será descrito a seguir.

4.2.2. Coleta inicial de impressões sobre aulas específicas do material didático reformulado, por meio de questionários impressos

Além das entrevistas telefônicas, que apresentaram um formato mais conciso pela forma de abordagem do entrevistado que fizemos, decidimos também coletar algumas impressões mais detalhadas sobre algumas aulas do material reformulado – conforme descrito na seção metodologia deste capítulo – por meio de questionários impressos distribuídos para os alunos no dia da segunda avaliação presencial, nos pólos regionais.

Foram enviados 156 questionários impressos para os 13 pólos do Cederj em que o curso de Ciências Biológicas era oferecido na ocasião, cada um com o nome do aluno ao qual se destinava e o número da aula que ele deveria avaliar no cabeçalho.

Os questionários foram direcionados a todos os alunos que cursavam Bioquímica 1 pela primeira vez. Esta decisão foi tomada com base nas percepções que tivemos nas entrevistas telefônicas que fizemos, realizadas antes do envio dos questionários, quando observamos que os alunos que haviam estudado com o material antigo pareciam fazer uma certa confusão entre os dois materiais no momento da avaliação.

Disponibilizamos de 22 a 23 questionários por aula a ser comentada; dos 156 enviados, 36% foram preenchidos pelos alunos com suas opiniões, devolvidos aos pólos e enviados pelos diretores de pólo para analisarmos preliminarmente.

Recebemos um número pequeno de questionários com comentários sobre cada aula, o que não nos possibilitou fazer uma correlação específica, ainda que preliminar, da percepção dos alunos com o grau de intervenção feito em cada aula. Realizamos,

então, uma avaliação global da disciplina, com base nas aulas avaliadas pelos alunos, e destacamos algumas questões para apresentar e discutir. São elas:

1. Quanto tempo você demorou para realizar a leitura da aula, incluindo as atividades?
6. A apresentação dos conteúdos se aproxima de alguma maneira de sua realidade ou das suas experiências?
- 14a. Os objetivos listados no início da aula deixaram claro o que você devia aprender?
- 15a. Os objetivos foram contemplados durante o desenvolvimento do conteúdo?
- 16a. Todos os objetivos têm atividades relacionadas a eles para que você possa monitorar sua aprendizagem?
20. Qual o grau de dificuldade das atividades propostas?
23. Com relação às atividades propostas nesta aula, você as considera suficientes para praticar os conteúdos da aula?
27. Levando em consideração a sua rotina diária e o tempo que você tem disponível para suas atividades acadêmicas, você diria que a realização das atividades propostas nesta aula é viável?

Analisando as respostas dos questionários que recebemos preenchidos pelos alunos da disciplina Bioquímica I, obtivemos os seguintes dados preliminares:

Quanto tempo você levou para estudar esta aula?

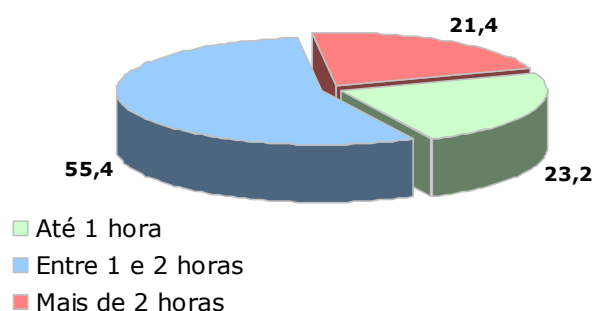


Figura 71: Tempo, em média, que os alunos (n=57) levam para estudar uma aula do material reformulado, segundo eles. Os alunos que cursavam Bioquímica 1 pela primeira vez foram solicitados a avaliar uma aula, especificamente, do material reformulado. Todas as avaliações, referentes a seis diferentes aulas, foram somadas e o percentual de cada resposta para a pergunta indicada no título da figura, calculado.

A apresentação dos conteúdos se aproxima de alguma maneira de sua realidade ou das suas experiências?

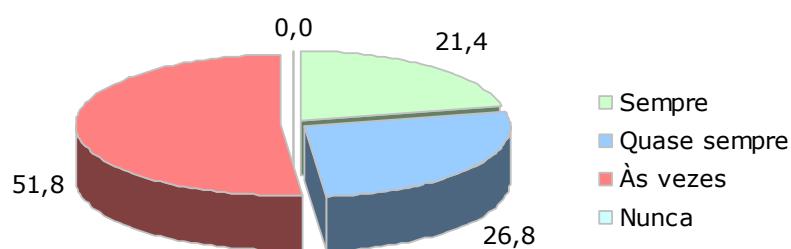


Figura 72: Aproximação entre abordagem dos conteúdos no material reformulado e as realidades dos alunos, segundo eles (n=57). Os alunos que cursavam Bioquímica 1 pela primeira vez foram solicitados a avaliar uma aula, especificamente, do material reformulado. Todas as avaliações, referentes a seis diferentes aulas, foram somadas e o percentual de cada resposta para a pergunta indicada no título da figura, calculado.

Os objetivos listados no início da aula deixaram claro o que você devia aprender?

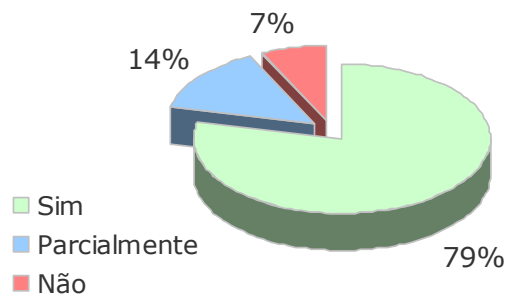


Figura 73: O quanto os objetivos deixavam claro o que os alunos deveriam aprender, segundo eles (n=57).

Os objetivos foram contemplados durante o desenvolvimento do conteúdo?

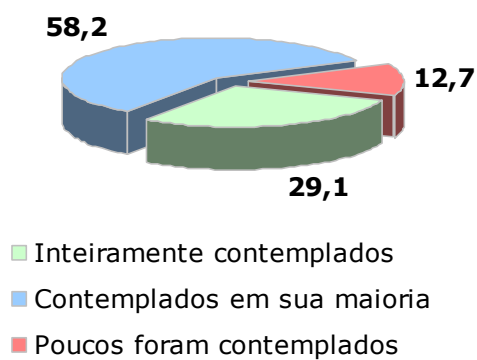


Figura 74: O quanto os objetivos de uma aula foram contemplados durante seu desenvolvimento, segundo os alunos (n=57).

Todos os objetivos têm atividades relacionadas a eles para que você possa monitorar sua aprendizagem?

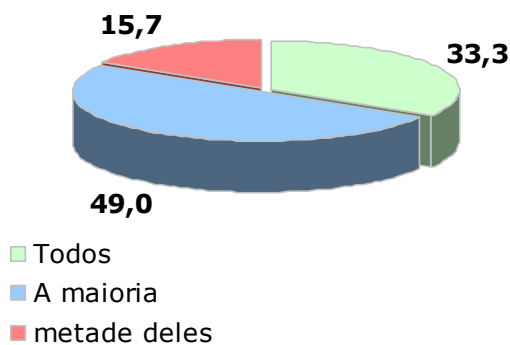


Figura 75: A percepção dos alunos (n=57) acerca da relação entre objetivos e atividades em uma aula do material reformulado.

Qual o grau de dificuldade das atividades propostas?

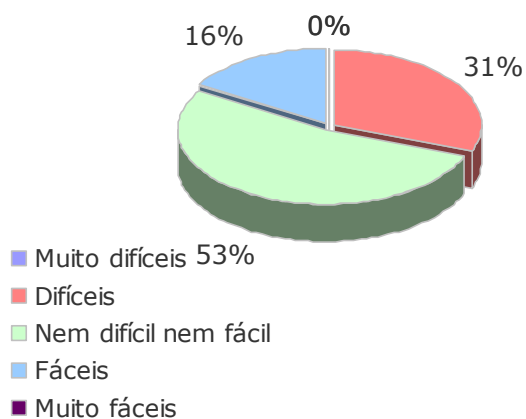


Figura 76: O grau de dificuldade das atividades do material reformulado, segundo a percepção dos alunos (n=57).

Com relação às atividades propostas nesta aula, você as considera suficientes para praticar os conteúdos da aula?

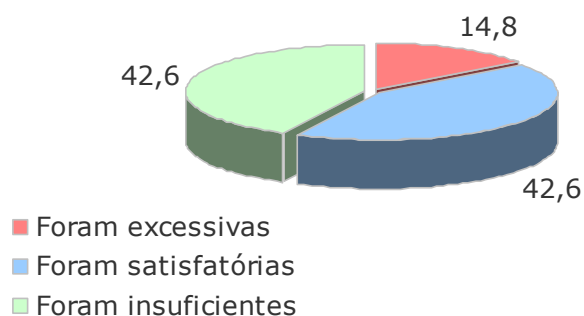


Figura 77: O quanto as atividades propostas foram suficientes para a prática dos conteúdos de uma aula do material reformulado, segundo a percepção dos alunos (n=57).

Levando em consideração a sua rotina diária e o tempo que você tem disponível para suas atividades acadêmicas, você diria que a realização das atividades propostas nesta aula é factível?

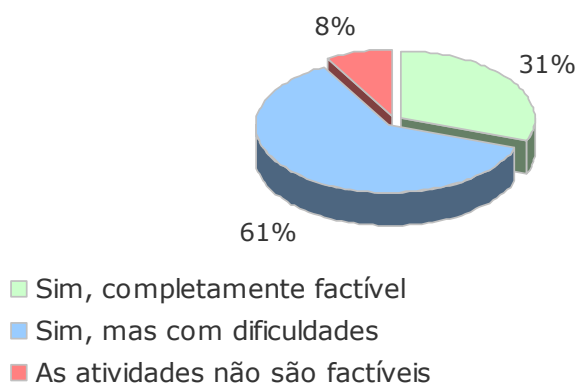


Figura 78: O quanto as atividades são factíveis, levando em consideração a rotina diária do aluno e o tempo que possuem para atividades acadêmicas, segundo os próprios aprendizes (n=57).

De uma forma geral, pela análise das figuras apresentadas, podemos observar que a avaliação dos alunos acerca do material reformulado foi bastante positiva. A maior parte dos alunos que fizeram a avaliação estudou a aula na carga horária que havia sido prevista para ela (figura 71). Isso é um dado importante porque, durante o processo de reformulação, conforme apresentado no capítulo anterior, as aulas cresceram bastante de tamanho, nos deixando com a preocupação de se estariam realmente adequadas à carga horária estipulada pela grade curricular para cada uma delas. Bastante satisfatório para nós é a revelação de que essas duas horas, em média, compreendem também a execução das atividades propostas, que foram vistas como totalmente factíveis, levando em consideração as rotinas diárias deles (figura 78).

Durante a reformulação, foram usadas diversas estratégias de ensino voltadas para, ao cabo, aproximarem o aluno do conteúdo de uma disciplina vista como difícil e abstrata, como é o caso de Bioquímica 1. Pela avaliação dos alunos, este objetivo foi alcançado em boa medida, uma vez que 73% disseram que a apresentação dos conteúdos se apresentava de suas realidades sempre ou quase sempre (figura 72).

Para a grande maioria dos alunos, os objetivos, da maneira como foram redigidos no material reformulado, deixaram claro o que tinham que aprender em cada aula (figura 73), tinham conteúdos associados a eles (figura 74) e estavam relacionados às atividades propostas (figura 75).

Curiosamente, quando perguntamos aos alunos em relação ao grau de dificuldade dessas atividades propostas, 69% declarou que as atividades não eram nem fáceis nem difíceis ou eram fáceis (figura 75). Este resultado foi bastante surpreendente para nós, uma vez que, durante o processo de reformulação, tínhamos a sensação de estar propondo atividades em nível mais difícil, por exigirem processos cognitivos mais variados e de maior complexidade.

Ainda sobre as atividades, os alunos mostraram se ressentir de não haver mais atividades no material didático (figura 76). Esta percepção de que há menos atividades do que o necessário para o estudo deles também havia surgido durante as entrevistas telefônicas, quando alguns alunos entrevistados mencionaram essa mesma opinião.

Também é surpreendente esta opinião porque, em cada aula, há, em média, quatro atividades disponíveis; há aulas em que este número chega a oito atividades. Normalmente, cada atividade estava relacionada a um objetivo, e a última era uma atividade mais integradora, se remetendo, freqüentemente, a mais de um objetivo. Ainda que todos os objetivos tivessem pelo menos uma atividade associada a eles, isso parece não ter sido suficiente para os alunos praticarem os conteúdos da disciplina.

Após acessarmos as opiniões dos alunos de duas maneiras diferentes, decidimos que, para complementar um parecer sobre o material didático reformulado, precisávamos obter as opiniões dos tutores, uma vez que são eles que estão em contato com os alunos diretamente e que têm, por esse motivo, uma percepção bastante acurada das dificuldades destes, podendo oferecer informações acerca do auxílio que o material reformulado deu à superação dessas mesmas.

4.2.3. Coleta de impressões dos tutores presenciais da disciplina Bioquímica 1 sobre o material reformulado.

Formulamos um instrumento de avaliação para que os tutores da disciplina Bioquímica 1 pudessem avaliar o material reformulado dessa disciplina, à luz da influência que essa reformulação acarretou nas suas práticas de tutoria. Os 16 tutores de Bioquímica 1, 13 presenciais e 3 a distância, foram convidados, por e-mail, a participarem da avaliação. Apenas 8 tutores, todos presenciais, participaram da investigação que fazíamos.

A avaliação dos tutores sobre o material reformulado foi bastante positiva; seu resultado está resumido na tabela a seguir.

Tabela 9: Resumo das percepções dos tutores acerca do material reformulado

Perguntas	Respostas
Quantos alunos há, em média, em cada sessão de tutoria?	Em média, 8-9 alunos, <ul style="list-style-type: none"> ▪ mínimo em Campo Grande (± 4) ▪ máximo em Angra (± 15)
Você detectou diferenças entre o material reformulado e o original?	Todos detectaram diferenças, mencionando que: <ul style="list-style-type: none"> ▪ a linguagem estava mais clara e o conteúdo mais explicado; ▪ as atividades com respostas comentadas ajudavam o aluno; ▪ os muitos exemplos tornavam o material mais didático; ▪ foram inseridas informações básicas para “ajudar os alunos que não sabem, [por exemplo], logaritmo”.
O que contribuiu, no material reformulado,	Contribuição alta, declarada por todos os

para uma maior autonomia do aluno e para sua orientação dos estudos deles?	tutores que participaram da pesquisa: texto em tom de conversa e respostas comentadas;
Os objetivos, da maneira como estavam redigidos no material reformulado, ajudaram a esclarecer quais eram os pontos mais importantes de cada aula, de forma clara e precisa?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7 tutores responderam que sim, bastante; ▪ 1 tutor respondeu que sim, razoavelmente.
O que você achou das atividades do material reformulado?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os tutores comentaram, em geral, que as atividades eram mais contextualizadas e, por isso, mais interessantes para os alunos; ▪ Dois tutores mencionaram a necessidade de mais atividades no material didático, para que os alunos pudessem se preparar melhor para as avaliações.
Você percebeu que havia uma relação entre objetivos e atividades no material reformulado?	Todos os tutores perceberam esta relação.
Se percebeu, acha que esta relação contribuiu para a sua atuação como tutor ao orientar a aprendizagem do aluno?	Todos os tutores mencionaram que a relação contribuiu para a prática de tutoria.
Todas as atividades do material reformulado têm respostas comentadas, que são diferentes de um gabarito. Você acha que isso contribuiu para sua atuação como tutor? Como?	Os tutores foram unânimes em dizer que esta foi, junto com a forma de redação do texto, uma das maiores contribuições da reformulação para o material didático. Comentários específicos serão mostrados em seguida.
A maior parte dos alunos que cursavam a disciplina pela primeira vez fizeram Elementos de Química Geral antes de Bioquímica 1. O quanto você acha que esta disciplina contribuiu formando uma base para a Bioquímica?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quatro tutores responderam que Elementos de Química Geral contribuiu razoavelmente; ▪ 3 tutores responderam que contribuiu pouco; ▪ 1 disse que não contribuiu nada.
Na sua opinião, em que os alunos têm maior dificuldade?	Os tutores mencionam a expressão escrita como maior dificuldade dos alunos.

	Comentários específicos serão apresentados em seguida.
Você acha que esse material se aproximou mais de algumas destas dificuldades, tentando esclarecer os pontos a que se referem? Descreva o que você acha que valeu a pena ser inserido e o que ficou faltando, na sua opinião.	Os tutores disseram que sim, mas que um problema central, a dificuldade de expressão por escrito, não pode ser resolvido desta maneira, infelizmente.
Como você avalia o material reformulado?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 tutores avaliaram o material reformulado como ótimo; ▪ 5 tutores avaliaram o material como bom.

Todos perceberam diferenças entre o material reformulado e o material original de Bioquímica 1, que se expressavam, especialmente, na linguagem e desenvolvimento do conteúdo, número e tipo de atividades e presença de respostas comentadas.

Quando solicitamos que os tutores dissessem o quanto (muito, médio ou pouco) os elementos instrucionais inseridos no material didático durante a reformulação tinham contribuído para suas práticas de tutoria, as respostas obtidas foram bastante positivas; seus percentuais estão representados na figura a seguir.

Contribuição dos elementos instrucionais para a prática de tutoria

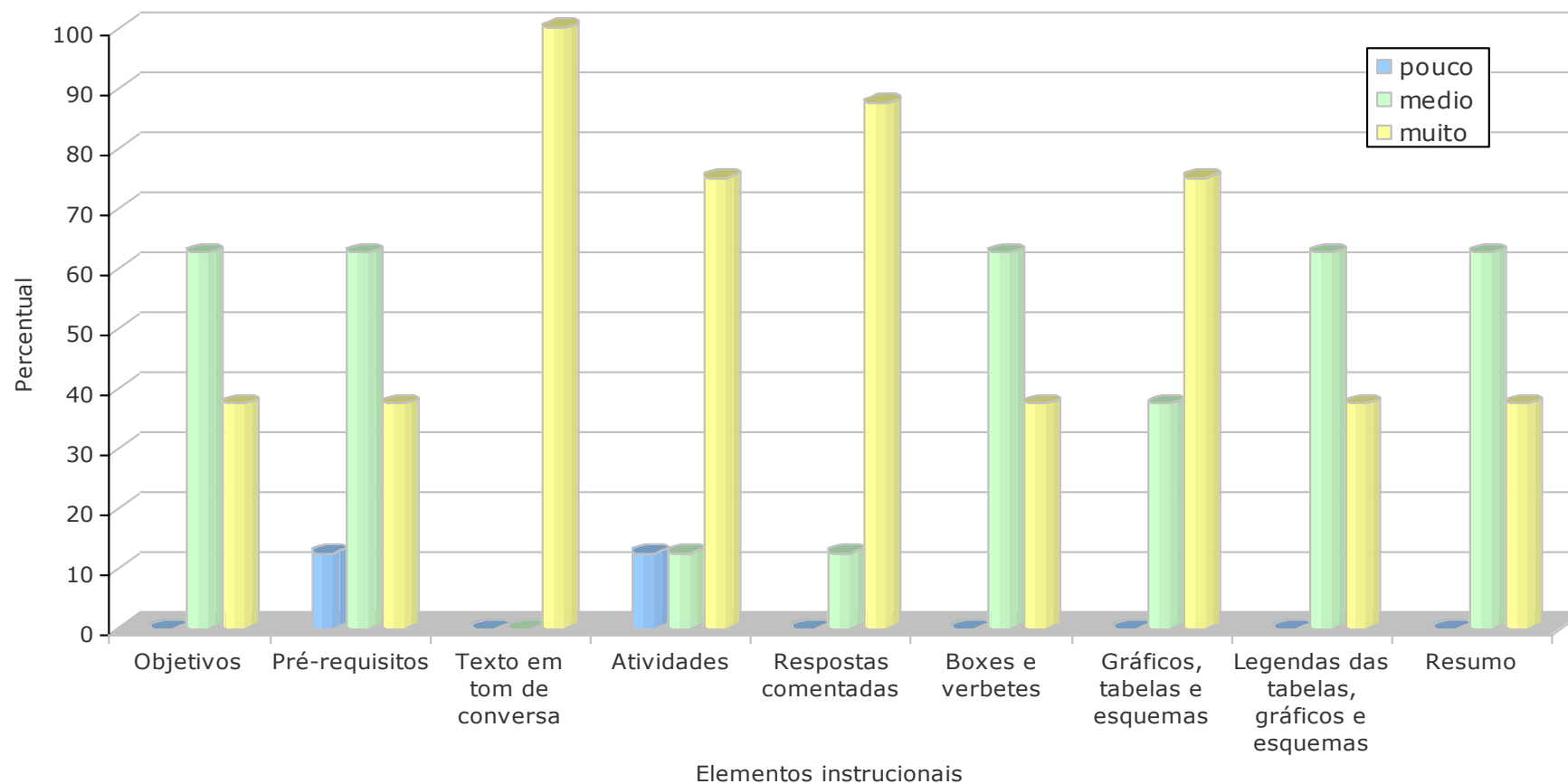


Figura 79: Grau de contribuição para a prática de tutoria dos diversos elementos do projeto instrucional, utilizados na reformulação do material didático da disciplina Bioquímica 1. O gráfico apresenta o resultado percentual das respostas obtidas a partir do questionário preenchido pelos tutores (n=8) a respeito da reformulação do material didático de Bioquímica 1.

A avaliação dos tutores apresentou um perfil bastante parecido com o das avaliações dos alunos, especialmente no que se refere à contribuição do texto e das respostas comentadas. Segundo declarações dos tutores, os alunos entendiam com mais facilidade as informações por causa da maneira como o texto estava redigido:

Acredito que as principais contribuições foram no corpo do texto. Não que as legendas ou os objetivos e pré-requisitos não sejam importantes, mas acredito que a maneira de colocar o assunto foi mais 'didática', ia do mais fácil para o mais complexo de maneira linear e objetiva sem perder o tom de conversa e a idéia de que o aluno estava fazendo uma linha de raciocínio até o ponto final.

Sim e muito, principalmente pelo fato de que uma resposta comentada é como um "debate" uma "conversa". Não se dá a resposta pronta como num gabarito, você leva o aluno no decorrer de uma raciocínio que culmina com a resposta, que é exatamente o que tentamos fazer durante as tutorias. Isso também é bom, para que eles tentem aprender como redigir uma resposta científica coerente, com início, meio e fim, coisa que, definitivamente, pouquíssimos de nossos alunos sabem fazer.

(...) quanto às respostas comentadas. Esta última alteração permitiu aos alunos uma forma mais independente de estudo e também contribuiu bastante no seu aprendizado, já que se tornou possível não apenas saber a resposta correta, mas principalmente a forma como abordar e responder determinada questão. Este último ponto identificado por mim como a principal dificuldade do alunado do Cederj.

Estes comentários mostram que, de fato, o material reformulado significou melhorias no processo de aprendizagem do aluno, fazendo com que ele caminhasse por uma linha de raciocínio traçada, durante a reformulação, com base no perfil de aluno que obtivemos a partir da investigação apresentada no início desta tese. No entanto, esses comentários, assim como outros, também levantam informações acerca de problemas de formação básica desses alunos, sobre o qual comentaremos com mais detalhes nas considerações finais desta tese.

Por fim, quando solicitamos que os tutores dessem uma nota geral pra o material reformulado, três deles disseram que o material era ótimo e os outros 5, participantes da avaliação, disseram que o material era bom. Nenhum tutor fez uma avaliação negativa do material.

Isso nos indica que, de uma forma geral, o material didático reformulado atingiu seus objetivos de proporcionar um processo de aprendizagem mais eficaz para o aluno e de auxiliar a prática de tutoria dos tutores.

4.3. Considerações

Tentamos coletar impressões iniciais sobre o material reformulado de Bioquímica 1 de duas formas com os alunos e uma forma de avaliação, mais aberta, com os tutores da disciplina.

De uma forma geral, pelas três formas de coleta de impressões, a reformulação foi bem aceita pelos alunos e tutores, que, ao serem solicitados a dar uma nota geral para o material, oscilaram entre ótimo e bom.

Do ponto de vista dos alunos, como apresentamos, dois acessos às suas percepções iniciais foram feitos: via entrevistas telefônicas e via questionários enviados para os pólos. No que obtivemos de dados a partir das entrevistas telefônicas, uma das informações mais valiosas, para além de saber que 90% dos entrevistados utilizaram o material, foi a de que eles percebiam haver diferença entre este material reformulado e os materiais original e de outras disciplinas.

Essa informação se torna ainda mais relevante se a contextualizarmos: alunos do segundo período de Ciências Biológicas estão todos estudando com materiais didáticos elaborados no início do Consórcio Cederj, quando a instituição não tinha, ainda, a prática, embasamento teórico e experiência em planejamento e elaboração de materiais didáticos que possui atualmente. Assim, a percepção dos alunos nos mostra que estamos, no Cederj, caminhando na direção certa no que se refere a design instrucional para materiais impressos. Mais ainda, nos aponta para a necessidade de pensar em implementar este design instrucional nos materiais que foram elaborados naquela época,

a fim de proporcionar aos alunos, também nas outras disciplinas, um processo de aprendizagem mais rico, como acreditamos ter proporcionado com a reformulação de Bioquímica 1 e como foi sinalizado pelos alunos e tutores nas suas respostas.

As impressões dos alunos são bastante positivas, conforme é possível observar analisando os dados apresentados, tanto das entrevistas telefônicas quanto dos questionários impressos. O ponto que foi praticamente unanimidade entre os alunos como aquele em que a reformulação foi capaz de trazer a maior contribuição foi a linguagem (figura 65). Os alunos mencionam expressões como “mais fácil de entender”, “mais interativo”, “mais bem explicado, parece que você está em uma aula, mesmo”, como itens que justificam a avaliação de que o “texto em tom de conversa” foi a maior contribuição da reformulação. Isso pode ser explicado pelo fato de que o texto, agora, apresenta mais etapas no desenvolvimento dos conteúdos, de forma que os elementos de “tom de conversa” que já existiam, mais os que foram acrescentados, puderam ser melhor percebidos pelos alunos, de fato provocando a sensação de colocá-los em uma aula presencial.

Vale ressaltar, à luz desses comentários, que a linguagem utilizada na elaboração do texto é uma construção baseada na associação de vários pontos, que vão desde o conhecimento de um perfil geral dos alunos, conhecimento específico do conteúdo - Bioquímica 1 - por parte do reformulador, conhecimentos acerca de maneiras de escrever em materiais didáticos para EAD.

Para alunos com o perfil sócio-cultural que nossos alunos da Licenciatura em Ciências Biológicas do Cederj apresentam, é importante estar atento à grande necessidade de desenvolvimento do conteúdo, quer seja este o próprio conteúdo Bioquímico - o que foi feito, conforme apresentado no capítulo anterior -, quer sejam

conteúdos correlatos, necessários à compreensão de conceitos de Bioquímica. Sobre isso, também nos referimos no capítulo anterior, quando exemplificamos essa abordagem na aula 6, sobre pH, pela apresentação de como se calcula logaritmo.

De fato, os alunos parecem ter percebido esse cuidado, pelas suas respostas, na medida em que revelaram que o material reformulado de Bioquímica contribuiu mais para suas dificuldades em química do que uma disciplina voltada especificamente para embasá-los em conceitos dessa natureza (Elementos de Química Geral), antes de cursarem Bioquímica 1 (figura 69).

Essa preocupação com a linguagem se expressa também pela busca de aproximar os conteúdos apresentados da realidade dos alunos. Cerca de 80% deles declararam que a abordagem dos conceitos se aproximava quase sempre ou às vezes de suas realidades. Nenhum aluno declarou que nunca se aproximava. Embora desejássemos que as abordagens se aproximassem sempre das realidades dos nossos aprendizes, já nos parece bastante satisfatório estar, em boa medida, próximos dos alunos no que diz respeito à abordagem conceitual. Infelizmente, a distância remanescente é consequência direta da distância que existe entre aquilo que estamos acostumados a vivenciar como membros de uma universidade federal em um grande centro urbano e as realidades de alunos que vivem no interior do estado e fazem parte de um projeto educacional voltado para a inclusão social. Por mais que tentemos nos aproximar, há uma limitação que somente muita disponibilidade de tempo para investigar casos individuais poderia superar. Mesmo assim, talvez não fosse suficiente.

Quanto aos elementos instrucionais, os alunos mostraram também que não apenas perceberam sua inserção no material reformulado, quanto que esses elementos,

assim como a relação entre eles, foram relevantes para a aprendizagem, conforme indicam as figuras 66, 73, 74 e 75.

O fato de os alunos terem parecido notar que há objetivos que orientam seus estudos é fundamental em um sistema a distância, onde o aprendiz e seu professor estão fisicamente separados e precisam, portanto, de maior formalidade nas relações – por exemplo com o professor estabelecendo formalmente prioridades no conteúdo, como fazem os objetivos.

Preocupante é, na minha opinião, que haja alunos que não leiam os objetivos de uma aula, sequer, como declararam alguns alunos. Uma vez que os objetivos são redigidos para estabelecer prioridades no conteúdo, orientar o estudo do aluno e a elaboração das avaliações, o fato de um aluno não os ler deve ser visto com muita atenção. Faz-se necessário, acredito, que seja divulgado um guia da disciplina, mencionando os pontos a que ele deve ter maior atenção no material didático, explicitando o papel dos elementos instrucionais e a simbologia utilizada para indicá-los. Desta maneira o aluno terá, de fato, a orientação necessária para fazer uso mais efetivo do material que lhe é disponibilizado.

Sobre as atividades, por sua vez, os alunos apontavam que a maior contextualização das propostas as tornavam mais interessantes. De fato, durante a reformulação, planejamos inserir atividades que mostrassem para os alunos que a Bioquímica não é uma ciência estanque e isolada de todo o seu cotidiano, como muitos pensavam até então. Entender porque o casaco de lã encolhe ao ser colocado em uma secadora de roupas, o que está por trás de uma análise forense que identifica sangue nas cenas criminais, o que faz nosso sistema olfativo ser tão sensível a diferentes odores, por exemplo, são temas que abordam diretamente conteúdos Bioquímicos, possibilitando

que o aluno alcance os objetivos da aula trabalhando informações com as quais poderia se deparar em sua rotina doméstica, ao assistir a um filme ou seriado, ao experimentar diferentes perfumes em uma loja.

Um aluno mencionou que o tamanho das atividades dificultava sua relação com objetivos e com o próprio conteúdo. Dois pontos importantes, a partir do que acabamos de mencionar, merecem ser abordados com mais detalhes. Primeiro, a necessidade de um número maior de palavras para contextualizar as atividades e construí-las da maneira como o fizemos. Isso, para alguns alunos com capacidade leitora mais reduzida, pode trazer dificuldades de (1) assimilação da proposta e (2) de correlação com o conteúdo e com os objetivos, embora tivéssemos tentado explicitar ambas.

Em ambos os casos é difícil interferir porque, muitas vezes, a origem do problema (baixa capacidade leitora) vem de uma formação básica deficitária. Embora todo o texto das aulas tenha sido elaborado mantendo esse cenário em mente, por mais versátil que um material didático impresso seja, por mais que tenha buscado atender a variados perfis de aluno e de aprendizagem, há, conforme mencionamos no capítulo anterior, um limite para aquilo que o material será capaz de sanar, no que concerne a dificuldades e restrições de aprendizagem individuais.

Tentamos explicitar o máximo possível a relação entre as situações contextualizadas e o conteúdo bruto da disciplina, quer por uma resposta comentada detalhada, que fizesse a ponte entre os dois contextos, quer pela apresentação do ícone do objetivo ao qual a atividade se referia, ao lado do título de cada atividade, indicando, explicitamente, a qual objetivo aquela atividade estava relacionada. No entanto, isso parece, em princípio, não ter sido suficiente para alguns alunos, o que nos demanda pensar em mais estratégias para que essas relações fiquem claras.

Por outro lado, embora haja atividades cuja proposta acabe se delongando no texto, se formos analisar os resultados obtidos a partir dos questionários preenchidos pelos alunos, podemos observar que, a despeito da quantidade de texto, eles não acharam as atividades difíceis; ao contrário, acharam que a maioria das atividades não era nem fácil nem difícil (54%) e que algumas delas, cerca de 16%, eram fáceis.

Como dissemos ao apresentar este dado preliminar, esta percepção é bastante surpreendente, uma vez que, acreditávamos, o grau de dificuldade das atividades do material didático fosse ser seu grande calcanhar de Aquiles. Isso porque, ao elaborar as atividades, foram privilegiadas aquelas propostas que, por meio de uma boa contextualização, requeressem do aluno o uso de competências cognitivas variadas, com o intuito de valorizá-las e possibilitar seus desenvolvimentos.

Cerca de 40% das atividades são voltadas para competências cognitivas mais elevadas; no entanto, apenas 30% das atividades é vista pelos alunos como atividades difíceis de fato. Isso se deve ao fato de que, embora os processos mentais que são solicitados dos alunos para realização da atividade sejam complexos, suas propostas, muitas vezes, são apresentadas com tamanho grau de simplicidade que a atividade, em si, não é percebida como uma atividade difícil pelos alunos. Em outras palavras, as atividades estavam estruturadas de tal maneira que permitiam que o aprendiz caminhasse sem dificuldades na direção da solução do problema apresentado, de forma a chegar à solução sem se dar conta de o quão complexo era o processo intelectual que ele tinha acabado de vivenciar. Esse encaminhamento só foi possível porque a reformulação foi feita por uma profissional que reúne a técnica de design instrucional aos conhecimentos específicos da Bioquímica. Na maior parte dos casos, este casamento entre conteúdo e técnica não acontece em uma só pessoa e, por isso, é importante que os

professores que vão produzir materiais didáticos para EAD (1) sejam capacitados na prática de planejamento e elaboração de materiais impressos e (2) tenham à sua disposição, sempre que possível, a assessoria de designers instrucionais eficientes, de forma que professor e designer, conteúdo e técnica, se conjuguem no material produzido.

Ainda sobre a avaliação dos alunos, dois pontos merecem ser discutidos: a importância que declararam ter a presença de respostas comentadas e a percepção da maioria deles de que as atividades do material didático são insuficientes para a prática dos conteúdos.

A oferta de resposta é um ponto polêmico para os professores na elaboração de materiais didáticos para a Educação a Distância. Alguns acreditam que, ao oferecer a resposta, ainda mais em seguida da atividade, o aluno a lerá e não se deterá em tentar fazer essa atividade. Isso, de fato, deve acontecer com alguns aprendizes; no entanto, acredito que grande parte deles seja comprometido com sua própria aprendizagem e que, se decidirem não realizar uma atividade, provavelmente isso se deverá a outros fatores que não a presença da resposta (por exemplo; falta de tempo, percepção de um grau de dificuldade elevado, dentre outros). Ao contrário, acredito que a presença da resposta motive os alunos a se debruçarem sobre as atividades, uma vez que eles, em seguida, poderão verificar como se saíram ao tentar realizá-las. Essa possibilidade de verificação contribui para o desenvolvimento da autonomia desse aprendiz que, se perceber desvios no caminho da construção do seu conhecimento, como dito no capítulo anterior, poderá corrigi-los ainda em curso.

Já sobre a percepção dos alunos em relação à quantidade de atividades oferecidas no material didático nos leva a uma outra discussão, bastante pertinente, acerca de o

quanto oferecer ao aluno, em termos de atividades, no material didático (BARRETO, 2007).

Em um material didático impresso, podemos adotar duas abordagens diferentes acerca de o quanto de atividades oferecer aos alunos. Podemos decidir oferecer muitas atividades, mais de uma para cada objetivo, deixando que o aluno decida quantas e quais quer realizar, ou podemos oferecer uma atividade para cada objetivo da aula, de forma que ele tenha à sua disposição o mínimo necessário para construir seu conhecimento e verificar se alcançou os objetivos propostos. Ambas as abordagens têm vantagens e desvantagens.

Embora muitas atividades possam favorecer o processo de aprendizagem dos alunos, por possibilitar uma maior prática dos conteúdos abordados, para o elaborador do material, propor inúmeras atividades, todas relevantes, contextualizadas, relacionadas aos objetivos e que acessem competências cognitivas diversas é uma tarefa árdua, se não infactível. Propostas relevantes de atividades são difíceis de serem feitas; as atividades, inclusive, são o elemento instrucional com os quais os professores e designers instrucionais apresentam maiores dificuldades, talvez porque elaborá-las envolva um processo de criação muito mais proeminente do que envolvem os outros elementos. Propor atividades somente por propor, para ter mais atividades no material, sem que elas sejam capazes de, de fato, trazer contribuições intelectuais para o aluno além da memorização de conceitos não parece ser a estratégia mais adequada a um projeto instrucional que vise desenvolver a capacidade de resolução de problemas e a autonomia de seus estudantes. Por essa enorme dificuldade de, em prazos compatíveis com as demandas da instituição e dos alunos, elaborar uma grande quantidade de atividades relevantes, o material reformulado de Bioquímica 1 adotou outra abordagem

- a de oferecer menos atividades, em média uma para cada objetivo - tendo a certeza de, desta maneira, fazer proposições relevantes à aprendizagem e que pudessem, de fato, promover o desenvolvimento de competências cognitivas diversas.

Ainda que com a certeza de que todos os objetivos possuíam atividades relacionadas a eles, com propostas relevantes, uma desvantagem dessa abordagem pela qual optamos é não atender aos alunos que necessitam de uma prática mais intensa dos inúmeros conceitos apresentados. Como sugestão para solucionar este problema, propomos que os alunos tenham acesso a listas de exercícios, que podem ser disponibilizadas na plataforma e nos pólos, de forma que aqueles que sentirem necessidades de mais atividades, possam ter esta demanda atendida.

É importante dizer também que tanto as atividades do material didático quanto as atividades destas possíveis listas de exercícios não podem estar descasadas das propostas das avaliações. Isto é um ponto extremamente relevante, na medida em que, ao observarmos as notas dos alunos nas avaliações presenciais, vemos que há desempenhos bastante comprometidos. Historicamente, em Bioquímica 1 no Cederj, vem sendo assim o perfil do desempenho, o qual se repetiu, ao que indicaram análises preliminares, no resultado obtido por eles na primeira avaliação presencial do segundo semestre de 2007 (a qual fizeram com base nos conteúdos estudados no material reformulado).

Algumas hipóteses podem ser aventadas a partir dessas informações. Uma delas é a de que os alunos não tenham sido capazes de transpor os conhecimentos que mostraram ter ao fazerem as atividades do material para as questões da avaliação. Em parte isso pode se dever ao fato de que as atividades do material expressavam outra maneira de condução das suas questões, que minimizava possíveis lacunas de

desenvolvimento cognitivo, por exemplo encaminhando o aluno por todos os processos necessários à realização de uma atividade, um a um, e não deixando a cargo do aluno alcançar sozinho a habilidade cognitiva mais elevada requerida para alcançar a resposta. Em parte, isso também pode estar diretamente associado a dificuldades de leitura e escrita dos alunos. Esses dois pontos não estão desconectados, embora acredite que o segundo seja aquele que contribui mais diretamente para um desempenho comprometido por parte dos estudantes.

Estamos diante de uma situação paradoxal. Por um lado, os alunos elogiam o texto do material reformulado, dizem que é mais claro, mais fácil de entender. Por outro, ainda assim, não se saem bem nas avaliações. Esse paradoxo pode ser entendido à luz das colocações dos tutores que, quase todos, mencionam “haver um abismo entre o que eles sabem e o que são capazes de colocar em palavras”.

[a maior dificuldade dos alunos está] Em colocar suas idéias no papel.

Uma boa parte dos alunos até tem um conhecimento razoável dos conteúdos, estudam bastante, mas na hora de escrever, de se expressar, têm uma escrita incorreta, muitas vezes contraditória, etc.

[outro tutor:]

Isso [resposta comentada] também é bom, para que eles tentem aprender como redigir uma resposta científica coerente, com início, meio e fim, coisa que, definitivamente, pouquíssimos de nossos alunos sabem fazer.

[outro tutor:]

(...) O que senti com os alunos do pólo de Pirai é que o problema da minoria que realmente estudava (porque muitos não estudam e ficam culpando a 'dificuldade' da disciplina) é que existe um abismo entre o que eles 'entendem' e o que eles conseguem colocar em 'palavras'. Quem é bom em Língua Portuguesa sabe que não conseguir colocar em palavras significa que o entendimento não foi pleno, mas o que ocorria em alguns casos é que eles achavam estar dizendo uma coisa de determinada maneira que, para nós tutores presenciais nas ADs ou à distância nas APs, era equivocado. Nas vistas de prova, eu os deixava primeiro 'defender' seus pontos de vista para depois me manifestar, e na maioria dos casos eles ao tentar explicar iam bem, mas seu texto era aquém ou até mesmo contradizia o que eles tinham acabado de me dizer. Se eu não me engano, de todas as pessoas que fizeram vista de prova comigo, apenas uma pediu revisão porque o somatório de pontos estava errado e não porque discordava do que tinha sido avaliado. É um problema de interpretação de texto, não de Bioquímica.

Essa informação a respeito da capacidade de os alunos se expressarem por escrito é de extrema relevância para interpretarmos tão maus desempenhos como eles mostram em Bioquímica 1. Ler o material, entender o que está escrito e ser capaz de reproduzir aquilo usando também da linguagem escrita, atendendo a contexto e demanda específicos, como no caso de uma avaliação, requer domínio dessa linguagem. Requer dos alunos a capacidade de se apropriar da leitura e da escrita de maneira a, por meio

dela, alcancarem algum tipo de inserção social. Requer desses alunos que sejam letrados, e não apenas alfabetizados.

As impressões iniciais dos alunos a respeito do material didático reformulado apontam na direção de que esse parece ter sido capaz de propiciar a esses alunos um processo de aprendizagem mais rico e agradável. No entanto, há um grande problema a ser resolvido neste ponto, que é como fazer com que eles sejam capazes de expressar tudo o que declararam ter aprendido estudando pelo material em uma avaliação que se dá por escrito. Essa é uma pergunta para a qual não temos a resposta...

5. Considerações Finais

5.1. Muitas perguntas, poucas respostas...

Peters (2003) define como maior característica dos processos de ensino e aprendizagem na Educação a Distância a substituição do falar e ouvir síncrono pelo escrever e ler assíncrono. Esse é um dos pontos mais cruciais no que concerne às relações nessa modalidade de ensino e aprendizagem, quer sejam essas relações entre os próprios alunos, aluno e tutor a distância, aluno e professor, aluno e conteúdo. Gostaria de me focar nas duas últimas nessas considerações finais.

No momento em que se prescinde dos encontros face-a-face e estes são “substituídos” por um material didático, é possível que um mesmo professor ensine aquilo que sabe a um número muito maior de aprendizes, tantos quantos a estrutura do sistema a distância for capaz de abarcar. No Cederj, atualmente, são cerca de vinte mil alunos inscritos nos seis cursos de graduação oferecidos, em 25 pólos distintos.

Essa substituição dos encontros face-a-face sem comprometer a aprendizagem do aluno é eficaz se o sistema a distância, como um todo, tiver sido concebido de maneira que o aprendiz, acostumado com o ensino presencial – tradição para a Educação no Brasil – tenha suporte educacional para começa a estabelecer novas formas de relação com o professor, com o conteúdo, com sua aprendizagem, e não desista e nem fracasse. Destaco dois pontos extremamente relevantes nesta *nova* interface educacional: a tutoria e o material didático.

A tutoria é importante por estabelecer a “ponte” entre as práticas de ensino e aprendizagem presenciais às quais os alunos estão acostumados e as novas práticas de

uma modalidade diferente, na qual esse aluno precisa ser muito mais autônomo e se dar conta, rapidamente, de estar dirigindo seu processo de aprendizagem de maneira muito mais proeminente do que precisam fazer os alunos do ensino presencial. É claro que, para realizar essa “ponte”, é necessário que haja comprometimento dos tutores com a facilitação da aprendizagem dos alunos tanto quanto o estímulo ao desenvolvimento da autonomia destes.

No que concerne ao material didático, a maneira como é elaborado (ou reformulado, como no caso de Bioquímica 1) é fundamental em um sistema em que o aluno aprenderá estudando sozinho na maior parte do tempo; para isso, é determinante levar em consideração o perfil do aprendiz para quem tais materiais se destinam. Quanto mais versatilidade permitir o projeto instrucional que oriente a elaboração dos materiais didáticos impressos, ou a reformulação, como no caso de Bioquímica 1, mais ele será capaz de atingir alunos com perfis bastante variados, o que é tipicamente encontrado em sistemas de educação a distância.

Sobre a reformulação do material e as opiniões dos alunos, comento brevemente quatro pontos em particular: (1) as inserções de atividades e suas respostas comentadas, (2) o uso de recursos de desdobramentos de conteúdo, (3) as imagens e suas legendas explicativas e, também, (4) o desenvolvimento dos conteúdos em tom de conversa.

5.1.2. A inserção de atividades e suas respostas comentadas

Com as atividades, pretendi oferecer aos alunos a possibilidade de construírem seus conhecimentos ao se depararem com situações, em sua maioria, contextualizadas,

que solicitassem habilidades cognitivas variadas, como identificação, interpretação de conceitos, associação de informações e mais a capacidade de formular uma resposta textual; para esta, ofereci respostas comentadas que pudessem ajudá-lo a avaliar seu desempenho e favorecer o desenvolvimento de sua autonomia.

Embora, de uma forma geral, os alunos tenham percebido positivamente as intervenções instrucionais implementadas (reveja a figura 65, incluída a seguir), no que se refere às atividades, estes se mostraram mais sensíveis às respostas comentadas do que às atividades, propriamente ditas.

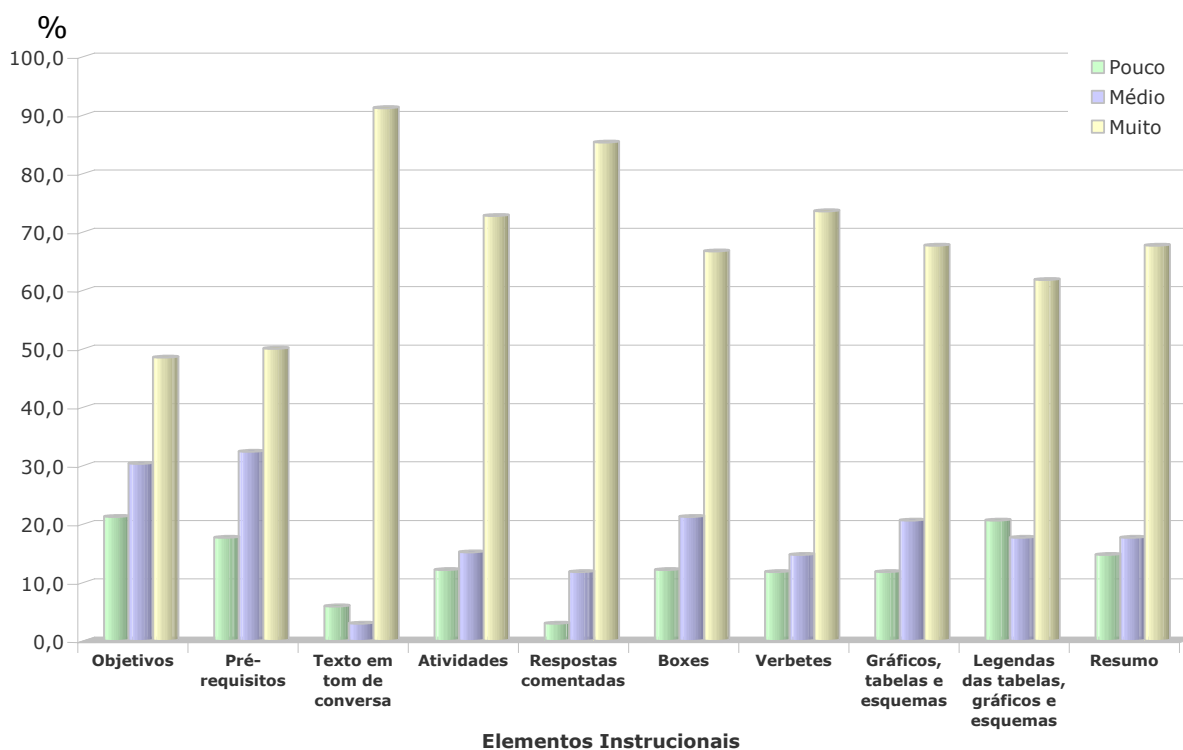


Figura 65: Grau de contribuição para a aprendizagem dos alunos dos diversos elementos do projeto instrucional, utilizados na reformulação do material didático da disciplina Bioquímica 1, segundo a opinião deles.

Esse fato é curioso porque o maior esforço de elaboração, obviamente, foi concentrado em desenvolver as propostas das atividades, e não suas resoluções; mais, o maior esforço requerido deles era para entender propostas que, embora não tivessem um alto grau de dificuldade, muitas vezes tinham um alto grau de complexidade no que se refere aos processos mentais requeridos para chegar à solução, como a maioria das atividades de associação de informações propostas, por exemplo. No entanto, note que esse tipo de atividade representou a menor parcela dentre os perfis inseridos no material reformulado (reveja a figura 60, a seguir). Mesmo as atividades de identificação de informações e interpretação de conceitos buscaram propor ao aluno situações mais contextualizadas, em que ele precisava depreender, a partir da leitura e interpretação de um texto, o que estava sendo solicitado, por mais simples que fosse a tarefa, do ponto de vista bioquímico.

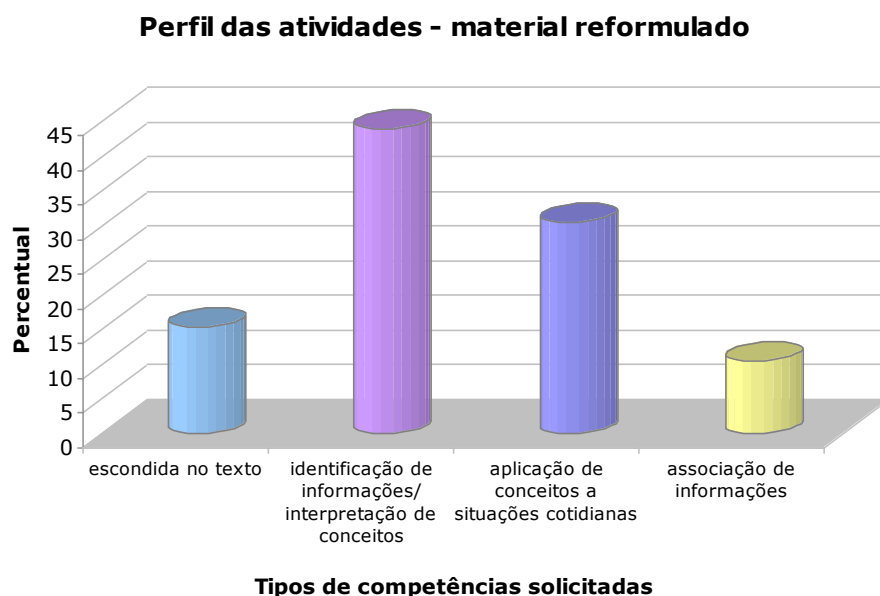


Figura 60: Perfil das atividades oferecidas no material reformulado, segundo as competências cognitivas necessárias para a resolução.

Essa percepção dos alunos sobre as atividades pode estar associada, em parte, ao fato de que alguns deles não fazem as atividades, dentre outros motivos por terem pouco tempo disponível (por exemplo, porque trabalham, como mostram os dados do capítulo 1, eventualmente somando à jornada de trabalho ainda um bom número de horas em trânsito). Conforme mencionei anteriormente, o tempo é considerado um dos fatores mais restritivos para o aluno da EAD, quando a realização das atividades propostas é posta em cheque.

Outra possibilidade importante a ser considerada tem a ver com o impacto das atividades no perfil do aluno a distância. As atividades representam uma situação de auto-avaliação e de desafio. Foi nesse sentido que optei pela criação de atividades contextualizadas e problematizadoras, de acordo com o que percebi ser o significado cotidiano da bioquímica no dia-a-dia e na realidade de um aluno do ensino superior. Creio que, a despeito de todas as modificações que foram feitas durante a reformulação, especialmente diante das atividades, os alunos se deparam com um conteúdo que ainda continua sendo intransponível, quer do ponto de vista bioquímico, quer do ponto de vista da interpretação da língua portuguesa.

No entanto, acredito que muitos alunos se debruçam sobre as atividades ainda que sem resolvê-las e, para esses, a maneira como as atividades foram propostas (em etapas, como o texto principal) permitiu que vivenciassem processos cognitivos diversos, progressivamente mais complexos, sem se darem conta de sua abrangência e talvez sendo, por vezes, incapazes de identificar e valorizar as atividades como um elemento instrucional capaz de contribuir de forma decisiva para sua aprendizagem.

Já as respostas comentadas, por sua vez, foram extremamente valorizadas, segundo os próprios alunos, por oferecerem a resolução da atividade e, mais, um

parâmetro de resposta que poderia ser dada por eles em uma avaliação. Acredito que a valorização das respostas comentadas de atividades associadas aos objetivos, como são as do material reformulado, possa estar associada à percepção de serem “o caminho exato para o ponto onde se deve chegar”, diferentemente dos objetivos que mostram onde é esse ponto, mas não como alcançá-lo. Talvez por isso os objetivos tenham sido, assim como as atividades, um pouco menos valorizados pelos alunos, embora as intervenções feitas sobre os objetivos, no material reformulado, tenham sido bastante expressivas (veja a tabela 3, a seguir).

Tabela 3: Números de objetivos de aprendizagem presentes nos dois materiais e o uso, em sua redação, de verbos que conferem maior precisão a esses elementos instrucionais.

Sobre objetivos	Material original	Material reformulado
No. de objetivos	35*	89
No. de objetivos são precisos	8	89
No. de objetivos imprecisos	27	0

* Algumas aulas apresentavam uma espécie de meta ou introdução no lugar dos objetivos. Estes não foram contabilizados

5.1.2. O uso de recursos de desdobramento de conteúdo

No que se refere ao uso de recursos para desdobramentos do conteúdo principal, gostaria de comentar, particularmente, o investimento grande feito no sentido de inserir informações que pudessem dar suporte à aprendizagem de Bioquímica 1 (veja a tabela 6, a seguir).

Tabela 6: Quantidades e percentuais dos diferentes tipos de desdobramento de conteúdo inseridos no material reformulado, tanto criados originalmente quanto a partir da reorganização das informações que constavam nas aulas originais.

DESDOBRAMENTOS DE CONTEÚDO - CRIAÇÃO E ADAPTAÇÃO	Novos	A partir do material original	Total
DESDOBRAMENTOS - total	153 (57,5%)	113 (43,5%)	266
EXPLICAÇÃO EXPANDIDA	23 (56,1%)	18 (43,9%)	41
CAIXAS DE ÊNFASE	25 (53,2%)	22 (46,8%)	5
CAIXAS DE CURIOSIDADE	19 (39,6%)	29 (60,4%)	5
CONEXÕES COM OUTRAS MÍDIAS	8 (100%)	0 (0%)	8
CAIXAS DE DICIONÁRIO	78 (63,9%)	44 (36,1%)	12

Esse suporte à aprendizagem de Bioquímica 1 foi percebido pelos alunos; estes declararam que o material reformulado os havia ajudado nas dificuldades que tinham com Química. Essa opinião dos alunos é um retorno bastante importante, uma vez que o material didático foi reformulado levando em consideração o perfil de aluno do Cederj que, agora mais conhecido. Na verdade, conhecer mais nosso aluno nos levou a perceber

que seu perfil é extremamente variado, e conta, em parte, com estudantes que chegaram ao Ensino Superior com lacunas originadas nas suas formações básicas que, até onde percebemos em Bioquímica 1, se referem à falta de conhecimentos em Química, Física e Matemática – nos quais me foquei no momento de elaborar essas caixas de explicação com informações que, em teoria, o aluno já deveria saber.

Essas lacunas de conhecimentos que deveriam ter sido obtidos no Ensino Médio são preocupantes porque revelam que os alunos estão chegando ao Ensino Superior sem estarem preparados para essa nova formação. No que se refere, por exemplo, ao desconhecimento da representação de uma estrutura química ou da maneira como se calcula logaritmo, uma vez que o aluno tenha ingressado em um curso superior de uma determinada instituição, o “problema” passa a ser da instituição, que deve fornecer a este aluno subsídios para que, com autonomia, ele caminhe na direção de preencher essas lacunas. Foi isso que procurei fazer com a inserção de informações de Química no material didático. No entanto, será que essas lacunas de alguns conhecimentos são as únicas conseqüências de uma formação básica deficitária? Será que há lacunas no desenvolvimento cognitivo desses aprendizes? Se há, de onde se originam?

5.1.3. As imagens e suas legendas

Existe uma limitação objetiva na capacidade dos alunos que iniciam o estudo de Química nos ensinos Fundamental e Médio em reconhecer, em nível microscópico, o caráter descontínuo da matéria e de suas entidades constituintes (ROCHA E

CAVICCHIOLLI, 2005). Foi observado que a fraca percepção da natureza corpuscular e descontínua da matéria se arrasta ao longo do percurso educacional, prejudicando a compreensão de noções subseqüentes (reações químicas, mudanças de estado e leis dos gases, relações estequiométricas e as propriedades das soluções) (GABEL *et al.*, 1987).

A Bioquímica é uma ciência que possui, como um fator que dificulta seu ensino e sua aprendizagem, o fato de ser extremamente abstrata. A abstração é identificada como um processo mental superior, que depende, em boa medida, do desenvolvimento de outras habilidades mentais mais básicas, como a observação, a identificação de padrões e a discriminação entre eles, a correlação para, então, alcançar a especulação e a capacidade de imaginar aquilo que não vê (OLIVEIRA, 1992). Quanto mais um indivíduo for estimulado adequadamente durante sua infância e adolescência, melhor se darão as etapas desse desenvolvimento e maior será o potencial para este indivíduo conseguir realizar abstrações.

No caso de Bioquímica 1, por não poder avaliar a capacidade de abstração de cada aprendiz e o quanto essa pode se voltar para a aprendizagem da disciplina especificamente, durante a reformulação do material didático optei por facilitar a concretização dos conceitos abstratos pelo farto uso de imagens, tanto para ilustrar quanto para explicar conceitos, sempre acompanhadas de legendas detalhadas.

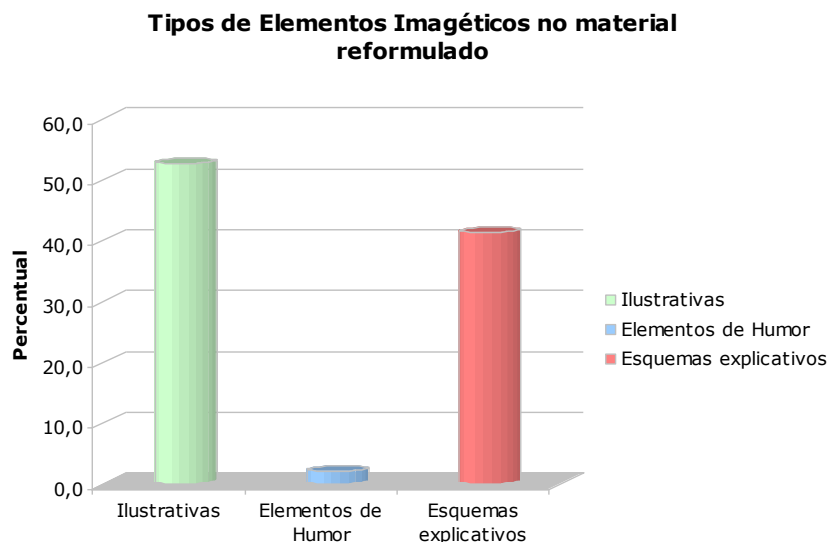


Figura 58: Imagens encontradas no material reformulado. As aulas do material reformulado foram analisadas, suas imagens contadas e categorizadas segundo as seguintes categorias: elemento ilustrativo, imagem explicativa e elemento humorístico. O número total de imagens categorizadas em cada tipo e a média por aula estão representados na tabela.

Sobre as imagens e legendas, é importante destacar que, embora tenham sido ponto de alto investimento durante a reformulação, as opiniões dos alunos revelam que, em relação aos demais elementos instrucionais, eles não foram tão sensíveis aos inúmeros esquemas explicativos e ilustrativos; é possível, portanto, que estes não sejam ainda os esquemas adequados para facilitar a aprendizagem desses alunos. Acredito que as imagens inseridas, infelizmente, ainda representem um problema sério na possibilidade efetiva dos discentes de acompanharem esta disciplina, devido às seguintes razões (BEM-ZVI *et al*, 1987): a natureza abstrata e não intuitiva dos conceitos envolvidos, incompatível com o caráter eminentemente sensorial do aprendizado dos estudantes; a necessidade de interligar os diferentes níveis de visão da realidade examinada, a saber, microscópico e macroscópico; e, por fim, a linguagem e a simbologia

utilizadas que, desenvolvidas por (e para) profissionais já familiarizados com tais conceitos, demandam, muitas vezes, um esforço complementar na aquisição de códigos de leitura cuja ignorância bloqueia o fluxo de comunicação entre o discente e suas fontes (livros, professores) (ROCHA E CAVICCHIOLLI, 2005).

Do mesmo modo, as legendas explicativas (onde se encontram 5% dos caracteres de uma aula) associadas a esses esquemas não foram o elemento de maior impacto sobre esses estudantes, talvez exatamente por estarem associadas a elementos imagéticos que podem não ter despertado maior interesse/sensibilidade neles.

5.1.4. Desenvolvimento dos conteúdos

Outra opção que fiz durante a reformulação, em relação ao texto principal, foi a de oferecer mais etapas na apresentação dos conceitos, de forma que os alunos pudessem traçar uma trilha no texto que os encaminhasse pela construção daqueles conhecimentos.

A opinião dos alunos sobre o texto principal da aula é quase unânime. Os aprendizes se mostraram bastante satisfeitos com esse texto, mencionando estar bastante bem explicado e dar a sensação de estarem em uma aula, ouvindo o professor falar. Acredito que essa percepção esteja ligada ao desenvolvimento dos conteúdos originais, que ofereceu mais “degraus” em um texto que já tinha as idéias principais expostas, possibilitando que os alunos percorressem essas idéias com menos dificuldade. A utilização do “tom de conversa” para a apresentação dos conteúdos, por sua vez, tenta

minimizar a distância transacional entre aprendiz e professor, de forma que a distância física se torne menos perceptível e o aluno “ouça a voz do professor saindo do papel”.

Embora tenha buscado aproximar ao máximo aprendiz e professor, aprendiz e conteúdo - as relações que mencionei no início dessas considerações -, é importante ressaltar que a comunicação continua dependendo da mídia (impressa, no Cederj) para acontecer.

O projeto instrucional que suporta a elaboração dos materiais didáticos na mídia impressa deve ser consistente e versátil; no entanto, ainda que haja um projeto dessa maneira, os processos de ensino e aprendizagem via essa mídia podem esbarrar no simples fato de os alunos não terem uma capacidade leitora e de escrita na medida do que se deseja de um aluno do Ensino Superior. Essa baixa capacidade de leitura e de escrita pode também ser consequência de uma formação básica deficitária que, em minha opinião, têm a ver com um processo educacional que não favorece o desenvolvimento de habilidades de leitura, escrita e interpretação de texto de maneira adequada. Da mesma maneira, esta formação básica se reflete em aprendizes que não têm capacidade de abstração e raciocínio matemático suficientes para subsidiar conhecimentos em Química que, por sua vez, subsidiem sua aprendizagem de Bioquímica 1. Some-se a isso, o fato de os alunos estarem acostumados com um sistema presencial de ensino, no qual a oralidade tem maior participação.

Os tutores da disciplina declaram perceber que os alunos aprendem os conteúdos, que são capazes de verbalizar oral e corretamente os conceitos, mas que, na hora de colocá-los por escrito, por exemplo na avaliação presencial, os colocam de maneira equivocada. Vale repetir a frase de uma tutora da disciplina:

(...) parece haver um abismo entre o que eles entendem e o que são capazes de colocar em palavras."

Acredito, de fato, que a compreensão de conceitos complexos e abstratos como os de Bioquímica tenha sido bastante facilitada pela maneira como esses conceitos foram abordados no material reformulado, pela significação que eles passaram a ter para os alunos por meio das contextualizações propostas a todo tempo. Ora, se eles entendem é porque são capazes de decodificar a linguagem escrita, pelo menos em alguma medida, provavelmente, porque o texto está redigido de maneira a facilitar essa decodificação. Se eles expressam oralmente os conceitos de forma correta é porque de fato os entenderam e são capazes de colocá-los em palavras. O que os impede de escrevê-los, então? Essa é uma dificuldade que *pode* se resolver no Ensino Superior? Essa é uma dificuldade que *deve* ser resolvida no Ensino Superior? Como resolver essa dificuldade?

Embora não tenha resposta para nenhuma das perguntas anteriores, penso que quanto mais nos voltarmos para conceber e implementar estratégias inclusivas de ensino e aprendizagem capazes de fazer com que o aprendiz supere os obstáculos que se lhe apresentem, mais caminhamos na direção das múltiplas soluções necessárias a um problema com múltiplas causas - as dificuldades de aprendizagem e de expressão da aprendizagem dos alunos. A reformulação do material didático, da maneira como foi realizada, certamente faz parte dessas soluções.

Pode ser que, ao longo do tempo, haja menor evasão dos alunos na Bioquímica 1, pode ser que haja menor índice de repetência. No entanto, exatamente pelo fato de a reformulação do material fazer parte de um grupo de soluções concebidas e implementadas para favorecer a aprendizagem, talvez o material reformulado nunca

possa ter sua contribuição, de fato, avaliada. O que temos - e que são extremamente valiosas - são opiniões dos alunos que, até o momento, se mostram bastante favoráveis às alterações implementadas.

Qual será o próximo passo, então?

6. **R**eferências

ALMEIDA, Elizabeth Bianconcini de. **Educação, projetos, tecnologia e conhecimento**. São Paulo: PROEM, 2002.

BARRETO, CC. Ajudando sua inspiração: modelos de atividades – Parte I. In: BARRETO, C.C. et al. **Planejamento e Elaboração de Material Didático Impresso para Educação a Distância**. Rio de Janeiro, Fundação CECIERJ, 2007

BARRETO, CC. Atividades – Praticando a boa prática. In: BARRETO, C.C. et al. **Planejamento e Elaboração de Material Didático Impresso para Educação a Distância**. Rio de Janeiro, Fundação CECIERJ, 2007.

BARRETO, CC. Desenho instrucional em materiais didáticos impressos – uma boa idéia! In: BARRETO, C.C. et al. **Planejamento e Elaboração de Material Didático Impresso para Educação a Distância**. Rio de Janeiro, Fundação CECIERJ, , 2007.

BARRETO, LS. Educação a distância: formas tradicionais e novas tecnologias. **Revista Estudos**, 26, 2006. Disponível em http://www.abmes.org.br/Publicacoes/Revista_Estudos/estud26/lina.htm

BELLONI, M. L. **Educação a distância**. Campinas: Autores Associados, 1999

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília, MEC/SEMTEC, 1999.

BUCCHI, M. **Science and the Media: Alternative Routes in Scientific Communication**. London: Routledge, 1998.

COLLIS, B; MOONEN, J.. **Flexible learning in a digital world**. London, Kogan Page, 2001.

FELDER, RM; SILVERMAN, LK. Learning and teaching styles in engineering education. **Engineering Education**, 78: 674-681, 1988.

GIUSTA, Agneta & FRANCO, Iara (Org.). *Educação a Distância: uma articulação entre a teoria e a prática*. Belo Horizonte:PUC Minas Virtual, 2003.

HERMENEGILDO, JLS. Unidade 1: Reflexões sobre Educação a Distância. In: **Curso Superior Tecnológico Gestão Pública**. Florianópolis, CEFET-SC, 2007.

HOFSTEIN, A; LUNETTA, VN. The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. **Review of Educational Research**, 52, nº 2: 201-217, 1982

LANDIM, Claudia Maria Ferreira. **Educação a distância: algumas considerações**. Rio de Janeiro: s/n, 1997

LITWIN, Edith (org). **Educação a distância; temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2000

LOCKWOOD, F. **Activies in self-instructional texts**. 1 ed. Londres, Kogan Page, 1992.

LOCKWOOD, F. **The design and production of self-instructional materials**. 1 ed. Londres, Kogan Page, 1998.

MAIA, Carmem (org). **EAD.BR; Educação a distância no Brasil na era da Internet**. São Paulo: Anhembi-Morumbi, 2000

MOORE, MG. Towards a theory of independent learning and teaching. **Journal of Higher Education**, 44: 661-679, 1973.

MOORE, MG. Independent study. In: BOYD, R; APPS, J and associates (eds). **Refining the discipline of adult education**. San Francisco, Jossey-Bass: 16-31, 1980.

MORAN, JM. Avaliação do Ensino Superior a Distancia No Brasil, 2007. Disponível em <http://www.eca.usp.br/prof/moran/avaliacao.htm>.

MORAN, José Manuel . Internet no ensino. **Comunicação & Educação**. V (14): janeiro/abril 1999, p. 17-26

MORAN, José Manuel, MASETTO, Marcos & BEHRENS, Marilda. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 14ª edição, Campinas: Papirus, 2007

NISKIER, Arnaldo. **Educação a distância: a tecnologia da esperança; políticas e estratégias a implantação de um sistema nacional de educação aberta e a distância.** São Paulo: Loyola, 1999.

OLIVEIRA, MK. Algumas contribuições da Psicologia Cognitiva. **Série Idéias**, 6: 47-51, 1992.

PAES DE CARVALHO, R; RABELO, CO; ABREU-FIALHO, AP. Arquitetura da Informação. In: BARRETO, C.C. et al. Planejamento e Elaboração de Material Didático Impresso para Educação a Distância. Rio de Janeiro, Fundação CECIERJ, 2007

PETERS, O. **A educação a distância em transição: tendências e desafios.** São Leopoldo, Unisinos, 2002.

RIBEIRO, VM.; VÓVIO, CL.; MOURA, MP. Letramento No Brasil: Alguns Resultados Do Indicador Nacional De Alfabetismo Funcional. **Educ. Soc.**, 23 (81): 49-70, 2002.

ROGERS, C. **Liberdade para aprender.** Belo Horizonte, Interlivros, 1978.

ROWNTREE, D. **Teaching through self-instruction.** 2 ed. Londres, Kogan Page, 1994.

SILVA, M. **Sala de aula interativa.** Rio de Janeiro: Quartet, 2000

THOMAS, KJ; STAHL, RJ, SWANSON, CC. **Developing textual materials: what research says to practitioner in Instructional development: the state of the Art - Vol. II.** Dubuque, IA: Kendall-Hunt, 1984.

THOMPSON, K.; YONEKURA, F. Practical Guidelines for Learning Object Granularity from One Higher Education Setting. **Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects**, 1. 163-178, 2005.

WILLIS, BD. **Distance education - strategies and tools.** New Jersey, Educational Technology Publications Englewood Cliffs , 1994.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)