

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

CAROLINA SEFSTROM

**ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
ANÁLISE INSTRUMENTAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PATO BRANCO – PR
2011**

CAROLINA SEFSTROM

**ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
ANÁLISE INSTRUMENTAL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Bacharelado em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Dr. Marcio Barreto Rodrigues

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ANÁLISE INSTRUMENTAL** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora **Nº 015L2** de 2011.

Fizeram parte da banca os professores:

Prof. Dr. Marcio Barreto Rodrigues

Prof. Dra. Sirlei Dias Teixeira

Prof. Dra. Cristiane Regina Budziaki Fukamachi

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, José Carlos e Iracema, pelos
exemplos e conselhos dados em todos
os momentos da minha vida.
À eles, que diante das dificuldades, me apoiaram
e me aconselharam a seguir em frente.
Muito obrigada!*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença constante na minha vida, me dando força e iluminando meu caminho.

À minha família, pelo apoio, motivação, e confiança que depositam em mim.

Ao professor orientador Dr. Marcio Barreto Rodrigues, pela orientação e colaboração durante o decorrer da realização do trabalho.

Às professoras, Dr^a Cristiane Regina B. Fukamachi e Dr^a Sirlei Dias Teixeira, pelas sugestões em prol do melhoramento do trabalho.

À professora Larissa Macedo dos Santos, pela compreensão e por disponibilizar a sua aula para aplicação do trabalho de conclusão de curso.

À todos os professores que de alguma forma fizeram parte da minha vida acadêmica.

Aos meus colegas de curso, pela amizade, força e risos, durante essa etapa tão importante em nossas vidas.

E, finalmente, a todos que fizeram parte dessa longa caminhada e que contribuíram para mais essa conquista em minha vida. Muito obrigada.

A principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações já fizeram. Homens que sejam criadores, inventores, descobridores. A segunda meta da educação é formar mentes que estejam em condições de criticar, verificar e não aceitar tudo que a elas se propõe. (JEAN PIAGET).

RESUMO

SEFSTROM, Carolina. Elaboração de material didático para o ensino de análise instrumental. 2011. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

Atualmente, se procura por uma pedagogia distinta da tradicional. Algo, que faça do professor um sujeito mediador de um grupo de alunos utilizando uma metodologia que alcance o objetivo principal de uma aula: a aprendizagem dos mesmos. O processo de ensino-aprendizagem exige cada vez mais que o professor repasse os conteúdos de forma com que os alunos se sintam atraídos pelo assunto. Dessa forma, os recursos didáticos fazem o papel de mediadores, tanto para os professores, que conseguem ensinar de forma dinâmica, quanto para os alunos que se interessam pelo conteúdo, desenvolvendo significativamente sua aprendizagem. A utilização de metodologias alternativas não vem substituir o ensino tradicional, mas sim, preencher os espaços vazios que o método tradicional acaba deixando. É uma renovação no modo de ensinar, combinando teoria e prática, fazendo com que essas atividades alternativas aproximem o aluno da realidade. O objetivo do presente trabalho foi elaborar um recurso didático, através do aproveitamento e reutilização das peças e da estrutura de um espectrofotômetro monofeixe danificado, bem como a avaliação deste como ferramenta de ensino na disciplina de Análise Instrumental. Os principais resultados obtidos indicaram que houve um melhor entendimento do funcionamento do aparelho por parte dos alunos, visto que avaliando as atividades realizadas, a que apresentou maior porcentagem de acertos foi aquela que dispôs do recurso didático como base de explicação.

Palavras chaves: ensino-aprendizagem, metodologias alternativas, modelo tradicional, material didático.

ABSTRACTS

SEFSTROM, Carolina. Development of instructional materials for teaching instrumental analysis. 2011. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

Currently, demand is distinct from traditional pedagogy. Something that makes the teacher a mediator in a subject group of students using a method that achieves the ultimate goal of a classroom: learning from them. The process of teaching and learning requires more than the teacher transfer the contents so that students feel attracted to the subject. Thus, the resource materials are the role of mediators, both for teachers who can teach in a dynamic way, and for students interested in the content, developing their learning significantly. The use of alternative methodologies does not replace traditional teaching, but to fill the gaps that the traditional method ends up leaving. It is a renewal in the way of teaching, combining theory and practice, making these alternative activities the student closer to reality. The objective of this study was to develop an educational resource, through use and reuse of parts and the structure of a spectrophotometer monofeixe damaged, as well as the evaluation of this as a teaching tool in the discipline of Instrumental Analysis. The main results indicated that there was a better understanding of the functioning of the device by the students, since evaluating the activities, presented the highest percentage of correct answers was the one who disposed of the teaching resource as a basis for explanation.

Keywords: teaching-learning, alternative methodologies, the traditional model, teaching materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Colorímetro B440 Micronal.....	15
Figura 2 – Espectrofotômetro 482 Femto.....	16
Figura 3 – Esquema do funcionamento interno de um espectrofotômetro.....	18
Figura 4 – Absorção de Luz (esquerda) e cor da solução (direita).....	19
Figura 5 – Onda plano-polarizada propagando-se ao longo do eixo x.....	20
Figura 6 – Espectro eletromagnético.....	22
Figura 7 – Perdas por reflexão e espalhamento com uma solução contida em uma célula de vidro típica.....	24
Figura 8 – Exemplos típicos de células disponíveis comercialmente para a região do UV/Visível.....	25
Figura 9 – Recurso didático pronto para ser utilizado.....	31
Figura 10 – Gráfico da porcentagem de acertos e erros de acordo com a primeira atividade.....	33
Figura 11 – Gráfico da porcentagem de acertos e erros de acordo com a segunda atividade.....	34
Figura 12 – Gráfico da relação das duas atividades.....	34
Figura 13 – Fonte de Radiação.....	35
Figura 14 – Monocromador.....	35
Figura 15 – Área da amostra.....	36
Figura 16 – Detector.....	36

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Relação entre frequência e comprimento de onda.....	20
Equação 2 – Número de ondas por centímetro.....	21
Equação 3 – Relação entre a energia do fóton e o comprimento de onda.....	21
Equação 4 – Transmitância de uma solução.....	23
Equação 5 – Absorbância de uma solução	23
Equação 6 – Lei de Lambert – Beer.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 MÉTODOS ESPECTROQUÍMICOS	15
3.2 COLORÍMETRO	15
3.3 ESPECTROFOTÔMETRO	16
3.4 ABSORÇÃO DA LUZ	18
3.5 PROPRIEDADES DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA	19
3.5.1 Propriedades das Ondas	19
3.6 INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA	21
3.6.1 O Espectro Eletromagnético	21
3.6.2 Medidas Espectroscópicas	22
3.7 O PROCESSO DE ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO – LEI DE BEER	23
3.7.1 Medida da Transmitância e da Absorbância	24
3.8 RECIPIENTES PARA AS AMOSTRAS	25
3.9 ENSINO: TRADICIONAL E ATUAL	26
3.10 IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS DIDÁTICOS	27
4 METODOLOGIA	30
4.1 AVALIAÇÃO DO ESPECTROFOTÔMETRO	30
4.2 MONTAGEM DO RECURSO DIDÁTICO	30
4.3 APLICAÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6 CONCLUSÕES	38
7 REFERÊNCIAS	39
ANEXOS	42

1 INTRODUÇÃO

A necessidade da determinação de concentrações extremamente baixas de diferentes espécies químicas com rapidez depende da disponibilidade de equipamentos modernos. A emissão ou absorção de luz em diferentes regiões do espectro eletromagnético tem sido aproveitada em uma análise quantitativa relacionando a propriedade medida com a concentração do analito (SKOOG, 2006).

De acordo com as Diretrizes de Química do estado do Paraná, o estudante deve ter a formação necessária para enfrentar as transformações econômicas, sociais e políticas do seu tempo (PARANÁ, 2008). Isso não se aplica apenas ao ensino básico, mas também ao superior, pois ao sair da Universidade, o acadêmico deve estar com formação adequada para aplicar seus conhecimentos.

A diversidade de posturas docentes é importantíssima, devendo-se então variar da mais tradicional à mais experimental, passando pelos meios-termos, quase sempre desejáveis no sentido de se evitarem riscos para o aluno, cujo aprendizado pode ser prejudicado por experimentalismo excessivo, assim como pelo rigor simplista dos métodos que visam à retenção de grandes quantidades de informação, apenas (SCHNETZLER, 1995 apud MORETTI, 2007).

A disciplina de análise instrumental tem como objetivo ensinar como utilizar esses aparelhos, bem como a função de suas diferentes partes, para posterior determinação de espécies químicas. Mas muitas vezes fazer com que o aluno compreenda isso, é complicado devido ao material que se dispõe para as aulas. A carência destes, sendo de fácil visualização para o aluno é um dos fatores que contribuem para a dificuldade no entendimento do funcionamento do aparelho, pois normalmente a visualização dos componentes de um espectrofotômetro, bem como de um colorímetro, são feitas somente através de figuras. Estas, muitas vezes, acabam por não sanar todas as dúvidas dos alunos, ou ainda, não mostram como realmente são todas as partes que compõem esses aparelhos. O aluno não consegue imaginar o funcionamento interior do aparelho, e como ocorrem as absorções e emissões de luz.

Diante da dificuldade, por parte dos professores de apresentarem o conteúdo de análise instrumental a seus alunos, e também destes de compreenderem a disciplina de forma didática, diferente da tradicional e interessante ao mesmo tempo, foi que se pensou na utilização de aparelhos como espectrofotômetro e colorímetro,

como recursos didáticos no ensino desta disciplina, sendo que os aparelhos aqui citados não são mais utilizados.

Apresentamos neste trabalho, a elaboração de um material didático, a partir de um espectrofotômetro não mais utilizado em laboratório, a fim de auxiliar as aulas de análise instrumental, bem como outras disciplinas que utilizam espectrofotômetros em suas aulas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e avaliar o efeito de um recurso didático fundamentado no aproveitamento e reuso de peças e estrutura de espectrofotômetro monofeixe, para a utilização na disciplina de Análise Instrumental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o equipamento, identificando os principais componentes de acordo com sua função dentro do arranjo espectroscópico;
- Desmontar o espectrofotômetro avaliando a melhor disposição de suas peças no material didático;
- Montar o material fazendo um arranjo dos componentes principais do equipamento;
- Aplicar o material didático na turma que cursa a disciplina de análise instrumental, a fim de poder fazer uma avaliação antes e depois da utilização do recurso didático.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MÉTODOS ESPECTROQUÍMICOS

Os métodos espectroscópicos de análise são baseados na medida da quantidade de radiação que é produzida ou absorvida pelas moléculas (SKOOG, 2006). Esses métodos podem ser classificados de acordo com a região envolvida na medida. Neste trabalho, serão discutidos particularmente os princípios básicos para entender as medidas feitas com radiação eletromagnética com absorções da radiação ultravioleta e visível.

A teoria atômica moderna teve grande contribuição da espectroscopia para seu desenvolvimento. Além do que, estes métodos ajudaram na elucidação de estruturas moleculares, determinação qualitativa e quantitativa de compostos orgânicos e inorgânicos. A maneira mais usual de determinar a concentração de compostos que estão presentes em uma dada solução, é a absorção da luz pela matéria (HARRIS, 2001).

3.2 COLORÍMETRO

Os colorímetros são instrumentos ópticos ou fotoelétricos que comparam, definem ou medem a intensidade das cores em relação a um padrão (CIENFUEGOS, 2000), como está apresentado na Figura 1.



Figura 1 – Colorímetro B440 Micronal
Fonte: Vieira (2010)

De acordo com Cienfuegos (2000), esses equipamentos medem a luz, convertem a energia luminosa em energia elétrica usando uma célula fotoelétrica. Além de verificar a concentração de um soluto conhecido, desde que esta seja proporcional a absorvância. Uma leitura quantitativa para a concentração de uma substância pode ser encontrada fazendo-se uma série de soluções de concentrações conhecidas do composto em estudo, obtendo um gráfico de absorvância x concentração, denominado curva de calibração. Através da absorvância de uma espécie na curva, é encontrado o valor para sua concentração.

A diferença entre um colorímetro e um espectrofotômetro é que o primeiro é um equipamento mais básico e simples sendo algumas vezes necessária a utilização do espectrofotômetro para se obter valores mais precisos e exatos (CIENFUEGOS, 2000).

3.3 ESPECTROFOTÔMETRO

Os espectrofotômetros são equipamentos que utilizam prismas ou redes de difração na seleção da região desejada do espectro eletromagnético (CIENFUEGOS, 2000), como está apresentado na Figura 2.



Figura 2 – Espectrofotômetro 482 Femto
Fonte: Femto (2010)

Um espectrofotômetro possui quatro áreas principais: fonte de radiação, monocromador, área da amostra e detector. A fonte de radiação adequada para a região do ultravioleta é uma lâmpada de hidrogênio, enquanto que quando se estuda a região do visível se utiliza lâmpadas de tungstênio. A luz emitida pelas lâmpadas através da fenda é orientada por um espelho. O monocromador dispersa a luz policromática proveniente da fonte em comprimentos de onda separados passando por um prisma que deixa a luz monocromática para atravessar a amostra. Quando os feixes de luz chegam a esta, estão muito concentrados (SILVERSTEIN, 1979).

A luz oriunda de uma fonte contínua passa por um monocromador, que seleciona uma estreita faixa de comprimento de onda do feixe incidente, para que somente um dos solutos componentes da solução seja fortemente absorvido. Essa luz, “monocromática” passa pela amostra, e a energia radiante da luz emergente é medida (HARRIS, 2001). Ou seja, ele é usado para medir, identificar e determinar a concentração de substâncias em um solvente. O espectro de uma determinada substância, em função do comprimento de onda, é característico para cada substância.

Quando a radiação chega aos detectores, os feixes são separados gerando uma diferença de potencial proporcional a energia incidente (SILVERSTEIN, 1979).

Em geral, esse instrumento possui uma fonte de energia radiante estável, um seletor de faixa espectral, um recipiente para colocar a amostra a ser analisada e um detector de radiação, que mede a intensidade relativa da luz. Portanto, o operador deste aparelho pode realizar duas funções:

- Informar a natureza da substância da amostra;
- Indicar de maneira indireta a quantidade da substância de interesse que está presente na amostra, (MARTINEZ, 2010).

O esquema geral do funcionamento de um espectrofotômetro é mostrado na Figura 3.

Os espectrofotômetros são constituídos por:

- Fonte luminosa (lâmpadas de tungstênio, de mercúrio ou tubos de descarga de H_2);
- Fenda de entrada da luz;
- Meio para separar os comprimentos de onda (filtros, prismas ou redes de difração);

- Fenda de saída da luz;
- Cubetas, tubos ou células de amostra;
- Detector de energia radiante (células fotoelétricas ou fotovoltaicas), (MARTINEZ, 2010).

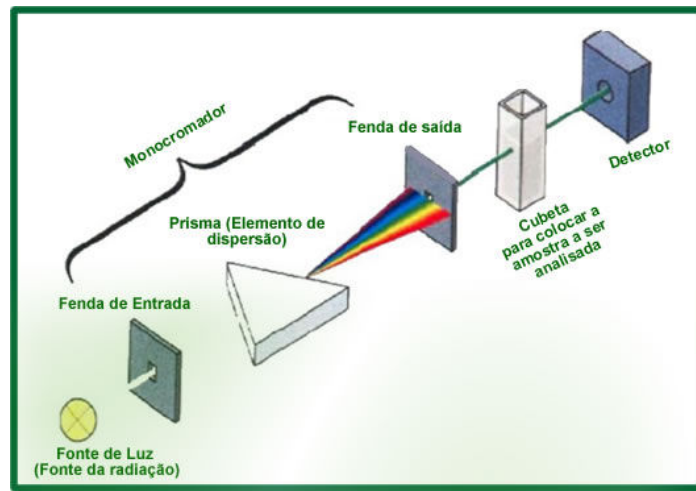


Figura 3 – Esquema do funcionamento interno de um espectrofotômetro
 Fonte: Martinez (2010)

3.4 ABSORÇÃO DA LUZ

Quando uma solução com moléculas absorventes são atravessadas por um feixe de luz monocromática, parte da luz é absorvida pela solução e o restante é transmitido. Essa absorção depende da concentração das moléculas absorventes e também do caminho óptico, conforme mostrado na Figura 4. Em uma solução a intensidade da sua cor é proporcional a concentração de moléculas absorventes de luz. Assim, a absorção de luz será maior quanto mais concentrada for a solução. Porém, a cor da luz transmitida é que determina a cor da solução (ESPECTROFOTOMETRIA, 2010).

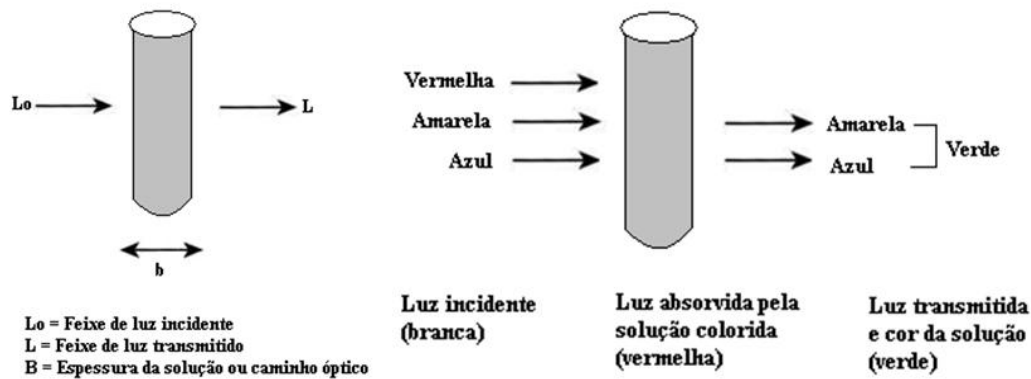


Figura 4 – Absorção de Luz (esquerda) e cor da solução (direita)

Fonte: Próprio Autor

3.5 PROPRIEDADES DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

De acordo com Skoog (2006), a radiação eletromagnética é uma forma de energia que é transmitida através do espaço a velocidades enormes, que pode ser descrita como uma onda com propriedades como: comprimento de onda, frequência, velocidade e amplitude. As ondas passam facilmente pelo vácuo, não requerendo nenhum suporte para sua transmissão.

Quando se trata de absorção e emissão de energia, o modelo ondulatório não se torna eficaz, utilizando-se então, a radiação eletromagnética, pois esta possui partículas (fótons). Quando uma molécula absorve um fóton, sua energia aumenta, diz-se então, que ela vai para um estado excitado. Ao emitir um fóton, sua energia diminui. O estado de menor energia de uma molécula é chamado de estado fundamental (HARRIS, 2001).

Quando a energia do fóton é maior ou menor que a necessária para o composto passar do estado fundamental para o excitado, a absorção não ocorre. Portanto, se deve utilizar um feixe de luz monocromática com comprimento de onda adequado fazendo com que o composto seja excitado (HARRIS, 2001).

3.5.1 Propriedades das Ondas

As ondas luminosas consistem em campos magnéticos e elétricos oscilantes, perpendiculares (HARRIS, 2001).

A Figura 5 mostra uma onda plano-polarizada, onde xy correspondem ao campo elétrico e xz ao campo magnético. A distância entre as cristas de uma onda é chamada de comprimento de onda (λ). A frequência (f) é o número de oscilações que a onda faz por segundo. Assim, a Equação 1 relaciona a frequência e comprimento de onda (SKOOG, 2006):

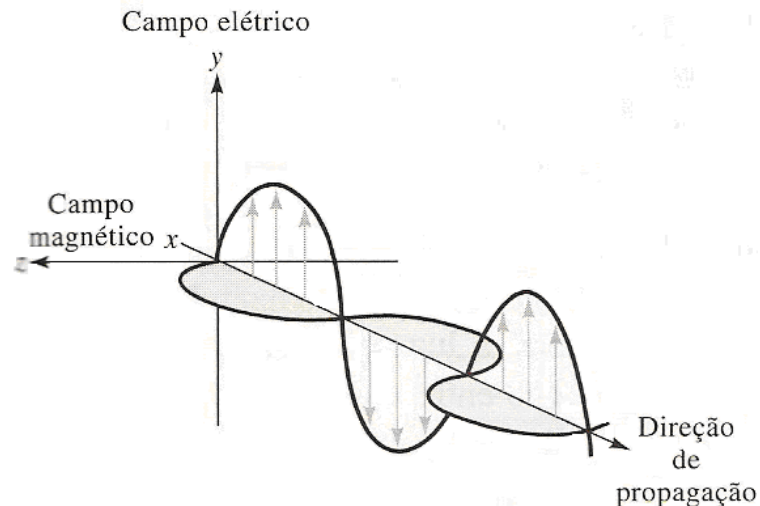


Figura 5 – Onda plano-polarizada propagando-se ao longo do eixo x
 Fonte: Skoo (2006)

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Equação 1 – Relação entre frequência e comprimento de onda

Sendo que c é a velocidade da luz no vácuo ($2,998 \times 10^8$ m/s). Nesse meio, a luz move-se com sua velocidade máxima. Para o meio que não seja o vácuo, a velocidade da luz passa a ser c/n , onde n é o índice de refração do meio, sendo que essa velocidade se torna menor devido à interação entre o campo eletromagnético e os elétrons dos átomos ou moléculas do meio. O número de onda é outra maneira que se utiliza para descrever a radiação eletromagnética. Assim, é o número de ondas por centímetro, de acordo com a Equação 2 (HARRIS, 2001):

$$1/\lambda$$

Equação 2 – Número de ondas por centímetro

Devido as interações entre radiação e matéria, pensa-se na luz como partículas (fótons). Com isso, tem-se a Equação 3 se relaciona a energia do fóton com o comprimento de onda, que é dado por (SKOOG, 2006):

$$E = hv$$

Equação 3 – Relação entre a energia do fóton e o comprimento de onda

onde $h =$ constante de Planck ($6,63 \times 10^{-34}$ Js). De acordo com Skoog (2006), o número de onda e a frequência, em contraste com o comprimento de onda, são diretamente proporcionais a energia do fóton.

3.6 INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA

Existem vários tipos de interações: radiação, refração, interferência, etc. Mas os mais interessantes em espectroscopia são aqueles que envolvem as transições entre os diferentes níveis energéticos das espécies químicas. Eles dependem da energia da radiação empregada além do modo de detecção (HARRIS, 2001).

3.6.1 O Espectro Eletromagnético

O espectro eletromagnético possui uma faixa enorme de energias, e também de comprimentos de onda. Pode-se observar que a parte visível, a que nós enxergamos, é muito pequena, comparada ao restante do espectro (SKOOG, 2006). Na figura 6, estão as principais divisões do espectro:

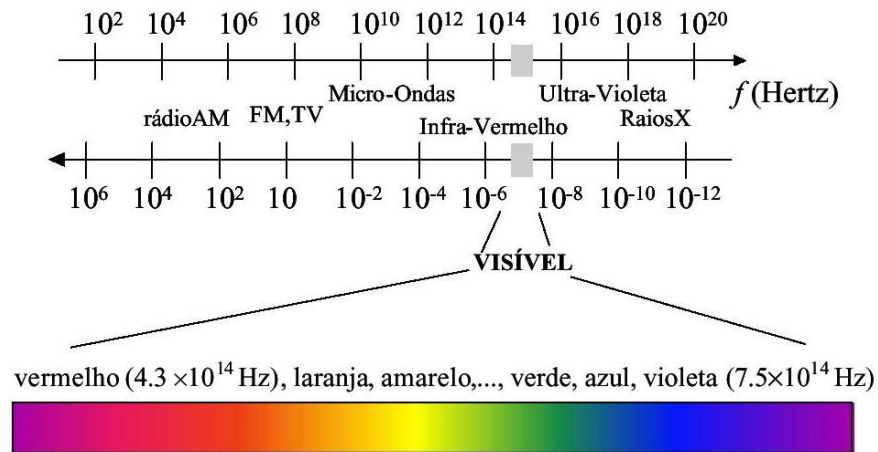


Figura 6 – Espectro eletromagnético
 Fonte: Hashimoto (2010)

Os métodos espectroquímicos são freqüentemente denominados métodos ópticos devido ao fato de que, são baseados além da radiação visível, a ultravioleta e a infravermelha (SKOOG, 2006).

3.6.2 Medidas Espectroscópicas

Nestas medidas é aplicada certa energia, na forma de calor, energia elétrica, reação química, na amostra estimulando-a. Porém, antes mesmo de estimulá-la, o analito se encontra no estado fundamental. Assim, algumas espécies do analito sofrem transição para o estado excitado, devido ao estímulo. As informações sobre o analito, identidade e concentração, são obtidas através da medição da radiação eletromagnética emitida, quando as espécies retornam para o estado fundamental (espectroscopia de emissão), ou ainda, a quantidade de radiação eletromagnética absorvida devido a excitação (espectroscopia de quimiluminescência), (SKOOG, 2006).

Geralmente, os resultados dessas medições são expressos através de espectros, que é um gráfico da radiação emitida em função da freqüência ou do comprimento de onda. A radiação aplicada em uma amostra pode ser espalhada ou refletida. O mais importante disso, é que, a radiação que incide na amostra pode ser absorvida promovendo algumas das espécies do analito para um estado excitado (HARRIS, 2001).

As informações qualitativas ou quantitativas de uma amostra podem ser obtidas pela espectroscopia de absorção, quando a quantidade de luz absorvida é medida em função do comprimento de onda. Para a medida de emissão de fótons após a absorção é utilizada a espectroscopia de fotoluminescência (SKOOG, 2006). Porém, o foco do respectivo trabalho está na espectroscopia de absorção na região UV/Visível do espectro.

3.7 O PROCESSO DE ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO – LEI DE BEER

A absorção das radiações ocorre em frequências características para cada espécie molecular.

A lei de absorção é conhecida como lei de Beer. Esta nos diz quantitativamente como a grandeza da atenuação (diminuir a energia por área unitária de um feixe de radiação) depende da concentração das moléculas absorventes e da extensão do caminho sobre o qual ocorre a absorção (SKOOG, 2006).

Conforme a luz atravessa um meio que contenha um analito que absorve, a intensidade ocorre na proporção em que o mesmo é excitado. Assim, para uma determinada concentração de um analito, quanto mais longo for o caminho óptico, mais centros absorventes estarão no caminho, sendo maior a atenuação. O mesmo ocorre, quanto maior for a concentração de absorventes (HARRIS, 2001).

A transmitância (T) da solução é a fração da radiação incidente transmitida pela solução, e é expressa pela Equação 4 (SKOOG, 2006):

$$T = P/P_0$$

Equação 4 – Transmitância de uma solução

A absorbância (A) de uma solução se relaciona com a transmitância de forma logarítmica, ou seja, quando a absorbância aumenta a transmitância diminui (SKOOG, 2006). Logo, a Equação 5 indica:

$$A = -\log T = \log P_0/P = abc$$

Equação 5 – Absorbância de uma solução

3.7.1 Medida da Transmitância e da Absorbância

A solução a ser medida a absorvância e a transmitância, deve estar contida em um tipo específico de recipiente (célula ou cubeta). Podem ocorrer perdas nas paredes das células como é mostrado na Figura 7 (SKOOG, 2006).

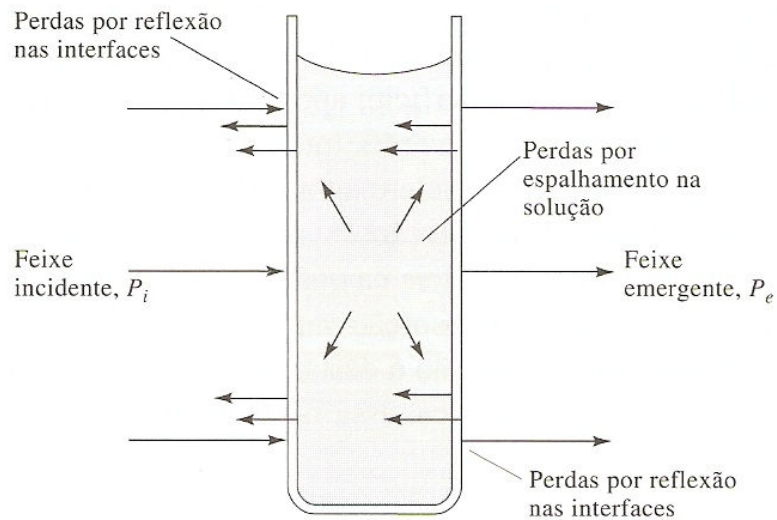


Figura 7 – Perdas por reflexão e espalhamento com uma solução contida em uma célula de vidro típica

Fonte: Skoog (2006)

Essas perdas podem ser superficiais. A luz pode ser espalhada por todas as direções a partir da superfície de moléculas grandes que estão presentes no solvente, ou até mesmo de partículas, e esse espalhamento pode ocasionar uma atenuação adicional do feixe quando passar através da solução. Esses efeitos podem ser compensados comparando a potência do feixe, transmitida através da célula com o analito, com a potência que atravessa uma célula idêntica, mas contendo apenas o branco dos reagentes (solvente), (SKOOG, 2006).

Enquanto que a Equação 6 indica a Lei de Lambert - Beer:

$$A = \epsilon bc$$

Equação 6 – Lei de Lambert – Beer

em que ϵ sendo a absorvância molar possui como unidade $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$

De acordo com Skoog (2006), se as espécies absorventes não interagirem entre si, as absorbâncias são aditivas.

3.8 RECIPIENTES PARA AS AMOSTRAS

Os recipientes que normalmente se utilizam são as células ou cubetas que devem ter janelas transparentes na região de interesse. Assim, cada material que formam esses recipientes compreendem uma determinada região do espectro. Algumas células típicas para a região do UV/visível são mostradas na Figura 8, (SKOOG, 2006):

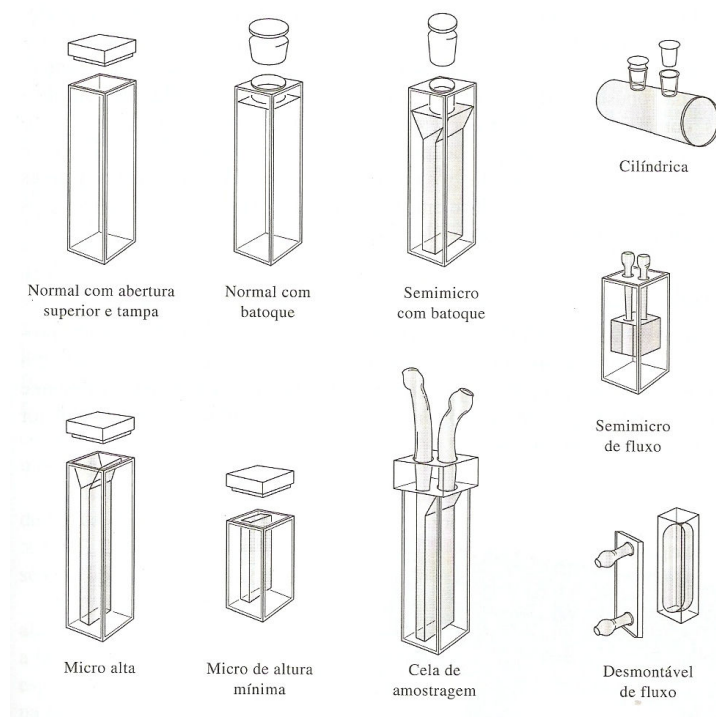


Figura 8 – Exemplos típicos de células disponíveis comercialmente para a região do UV/visível

Fonte: Skoog (2006)

A qualidade dos dados espectroscópicos é dependente de maneira crítica da forma como as células são empregadas e mantidas (SKOOG, 2006). A limpeza completa antes e depois do uso dos recipientes é de fundamental importância, visto

que impressões digitais, gordura ou qualquer depósito na parede do recipiente pode alterar as características de transmissão da célula.

3.9 ENSINO: TRADICIONAL E ATUAL

Enraizada na sociedade de classes escravistas da Idade Antiga, destinada a uma pequena minoria, a educação tradicional iniciou seu declínio já no movimento renascentista, mas ela sobrevive até hoje, apesar da extensão média da escolaridade trazida pela educação burguesa. A educação nova desenvolveu-se nesses últimos dois séculos e trouxe consigo numerosas conquistas, sobretudo no campo das ciências da educação e das metodologias de ensino. O conceito de “aprender fazendo” de John Dewey, por exemplo, é uma aquisição definitiva na história da pedagogia. Tanto a concepção tradicional de educação quanto a nova, amplamente consolidadas, terão um lugar garantido na educação do futuro (GADOTTI, 2000).

Durante muito tempo a educação tradicional deu ao professor, o papel solitário e igualmente incontestável de propagador das informações. Ao aluno, pode-se dizer tratar-se do espectador passivo, sem participação na construção desse conhecimento (FREIRE, 2004).

A educação tradicional e a nova têm em comum a concepção da educação como processo de desenvolvimento individual. Todavia, o traço mais original da educação desse século é o deslocamento de enfoque do individual para o social, para o político e para o ideológico. É verdade, existem ainda muitos desníveis entre regiões e países, entre o Norte e o Sul, entre países periféricos e hegemônicos, entre países globalizadores e globalizados. Entretanto, há idéias universalmente difundidas, entre elas a de que não há idade para se educar, de que a educação se estende pela vida e que ela não é neutra (GADOTTI, 2000).

Quando do início da nova forma de educação, o aluno não se vê mais como mero coadjuvante no binômio transmissão-recepção de conhecimento. Agora ele pode estabelecer, junto com o professor, uma relação entre o que vê e o que ouve (FREIRE, 2004).

A pós-modernidade, a globalização trouxe no seu bojo as novas tecnologias de ensino, muito importantes e válidas, que não substituem as atividades

tradicionais de ensino, mas transformam o ambiente da sala de aula tradicional. Dessa forma, a atividade de ensino-aprendizagem atual, é um processo no qual ao mesmo tempo em que o conhecimento é produzido pelo professor e pelo aluno, ele é consumido pelo aluno e pelo professor, pois o professor ensina e aprende, e o aluno aprende e ensina (ENS, 2002).

Demerval Saviani (1991) faz uma demarcação clara entre a pedagogia tradicional e a nova pedagogia: “Se na pedagogia tradicional a iniciativa cabia ao professor que era, ao mesmo tempo, o sujeito do processo, o elemento decisivo e decisório; na pedagogia nova a iniciativa desloca-se para o aluno, situando-se o nervo da ação educativa na relação professor-aluno, portanto, relação interpessoal, intersubjetiva.

3.10 IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS DIDÁTICOS

A procura da produtividade em educação e da eficiência nos processos de ensino suscita a necessidade de definir uma nova pedagogia distinta da tradicional, modelo este que privilegia a exposição verticalizada de um saber pronto e acabado, estabelecendo uma relação hierarquizada entre professor e aluno (LAUDARES, 1999).

Nos vários momentos da ação educativa o professor é o elemento mobilizador de um grupo que, fazendo uso de certa metodologia disciplinativa, se dedica à exploração de algum conteúdo, uma matéria do currículo (LAUDARES, 1999). Mas, ensinar e aprender, hoje, não se limita ao trabalho dentro da sala de aula. Implica em modificar o que fazemos dentro e fora dela (MORAN, 2002).

O processo de ensino-aprendizagem em sala de aula exige cada vez mais do professor dedicação, para que o conteúdo ministrado seja repassado de uma forma dinâmica, eficiente e prazerosa (MONTEIRO, sem data).

A maioria dos professores tem uma tendência em adotar métodos mais tradicionais de ensino, por medo de inovar ou mesmo pela inércia a muito estabelecida em nosso sistema educacional (CASTOLDI et al., 2009). Eles aprenderam como alunos a relacionar-se com o modelo convencional de ensinar-aprender dentro de um espaço bem específico que é a escola e dentro dela a sala de aula. O papel principal que os professores assumem ainda é o de responsáveis

por uma determinada área do conhecimento e insistem em utilizar predominantemente métodos expositivos com pouca interação (MORAN, 2002).

Na mediação entre o saber e os métodos de estudo, estão os materiais e artefatos tecnológicos, que os professores utilizam para viabilizar a didática (LAUDARES, 1999). Alguns aspectos relacionados à didática devem ser entendidos para que o processo didático de transmissão/assimilação atinja seu objetivo da maneira mais clara possível. Estes aspectos são: a instrução (refere-se ao processo e ao resultado de assimilação do conhecimento), o ensino (resultado da seqüência de atividades do professor e do aluno), o currículo, a metodologia, e os procedimentos e técnicas de ensino (MONTEIRO, sem data).

Os recursos didáticos são essencialmente mediadores, e não as aulas em si, já que possibilitam uma efetiva relação pedagógica de ensino-aprendizagem. Esses meio são instrumentos para obtenção de resultados, além de mediadores tanto no trabalho dos educadores nos momentos em que expõem os conteúdos escolares como nos trabalhos de grupos dos alunos, momento em que realizam reflexões sobre o conteúdo escolar abordado na aula (BRAVIM, 2004).

Diversificar atividades e recursos didáticos contribui para motivar os estudantes, possibilitando atender a distintas necessidades e interesses, entendendo-se que quanto mais variado e rico for o meio intelectual, metodológico ou didático fornecido pelo professor, maiores condições ele terá de desenvolver uma aprendizagem significativa da maioria de seus alunos (SILVA et al., 2010).

Com a utilização de recursos didático-pedagógicos, pensa-se em preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, fazer dos alunos participantes do processo de aprendizagem (CASTOLDI et al., 2009). Mas é necessário lembrar que para a utilização de qualquer recurso didático, o professor deve saber usá-lo e o recurso deve estar bem elaborado, para que assim, essa metodologia funcione e não se torne algo que não dê contribuição alguma para o aprendizado do aluno (MELLO, 2004).

A visão de mundo do aluno é incorporada ao processo de aprendizagem, o qual está associado a uma leitura crítica da realidade e ao estabelecimento da relação entre a teoria e a prática (BARBOSA et al., 2010).

É necessário reforçar que isso não está desvinculado de dois aspectos interligados: a formação de professores e as suas concepções pedagógicas. Este

fato é destacado por Fiorentini et al., (1990), quando analisa esta mesma temática, lembrando que a escolha de um material, pelo professor, nem sempre é realizada com a devida clareza quanto a sua fundamentação teórica. Por outro lado, temos ainda o problema da mistificação desses recursos, quase sempre, motivada por interesses comerciais, passando a falsa idéia de que, os problemas educacionais estariam todos resolvidos com essa utilização (PAIS, 2000).

A formação universitária acarreta quase sempre atividades práticas, de laboratório ou de campo, culminando no fornecimento de algumas habilidades profissionais próprias de cada área. Naturalmente, as várias áreas exigem essa prática profissional. Porém, antes de aí chegar, faz-se necessário um embasamento teórico pelo qual responde fundamentalmente, o ensino superior (SEVERINO, 2008).

Além de uma renovação no modo de ensinar, a construção do conhecimento através do uso de metodologias variadas é uma atividade que aproxima o aluno da realidade que o cerca (BARBOSA et al., 2010).

Só se aprende fazendo, pode-se afirmar, parafraseando-se Dewey. No caso, isso quer dizer que não basta dar aulas expositivas auto-centradas sobre os diferentes tópicos do conteúdo das várias abordagens, o conhecimento é uma atividade de construção, e a aprendizagem envolve necessariamente a prática (SEVERINO, 2008).

Assim, os recursos didáticos envolvem uma diversidade de elementos utilizados como suporte experimental na organização do processo de ensino e de aprendizagem (PAIS, 2000).

Portanto, é interessante a combinação de uma pedagogia inovadora, focando a aprendizagem pela experiência/ação e reflexão, apoiando-se no desenvolvimento de projetos, solução de problemas, e de tornar a aula um processo de pesquisa, comunicação e análise significativos (MORAN, 2002).

4 METODOLOGIA

A aplicação de um material didático permite ao aluno uma forma diferente de aprender, e possibilita ao professor uma metodologia alternativa de apresentar sua aula, sendo algo diferente de uma aula tradicional, esperada pelos alunos. A elaboração desse material se dará por meio da utilização de um espectrofotômetro que não é mais utilizado em laboratório.

4.1 AVALIAÇÃO DO ESPECTROFOTÔMETRO

O equipamento foi aberto para a visualização de suas peças, para que fosse possível a avaliação das mesmas para posterior utilização. De acordo com essa avaliação pode-se pensar na melhor maneira em que estas peças ficariam dispostas no futuro material didático.

4.2 MONTAGEM DO RECURSO DIDÁTICO

O equipamento foi enviado a uma empresa que trabalha com acrílicos, para que este pudesse ser fechado ao redor, sendo possível a visualização das peças, obtendo um material com melhor acabamento, e para que as peças ficassem dispostas da maneira desejada constituindo o recurso didático.

O recurso ficará disponível no laboratório de Química, onde poderá ser utilizado pelos professores durante as aulas práticas, e também aulas teóricas, como uma forma diferente de mostrar ao aluno, o conteúdo visto em sala.

A conservação do aparelho intacto, sem alteração das peças, foi feita de forma com que o professor pudesse mostrar as respostas de análises realizadas com a utilização desse equipamento através da interação entre cada peça do aparelho de forma com que os alunos entendessem o funcionamento do sistema apenas antes visto por figuras em livros.

Na figura 9, pode-se visualizar as principais partes de um espectrofotômetro, como indicado: fonte de radiação (1), monocromador (2), área da amostra (3) e detector (4).



Figura 9 – Recurso didático pronto para ser utilizado

Fonte: Próprio Autor

4.3 APLICAÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO

Com o material pronto para ser usado (figura 9), e com a autorização da professora (Anexo A) da disciplina de Análise Instrumental, do 5º período do curso de Química, foi realizada a aplicação da proposta da utilização de um recurso didático nesta disciplina.

A aplicação foi dividida em duas atividades. Sabendo que a professora da disciplina já havia exposto aos alunos a teoria sobre espectrofotometria, pediu-se então a colaboração dos mesmos, para que respondessem a atividade 1 (Anexo B). Após a realização desta primeira parte, os alunos se dirigiram, de cinco em cinco, para o laboratório onde o recurso didático proposto seria mostrado a eles e explicado.

Foi feita uma explicação do funcionamento do aparelho em si, e da suposta facilidade que os alunos poderiam ter, quando da utilização deste recurso em sala de aula pelo professor.

Por fim, foi pedido novamente aos alunos que respondessem outra atividade (Anexo C), para posteriores comparações de rendimento.

A participação da atividade não era obrigatória, e não houve necessidade de identificação por parte dos alunos que participaram.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, através do questionário respondido pelos alunos, pode-se obter os gráficos das Figuras 10 e 11 que estão relacionados com as atividades em separados, ou seja, a porcentagem de alunos que acertaram a questão somente com a explicação tradicional da professora, e a porcentagem de alunos que acertaram após a explicação com a utilização do recurso didático, respectivamente:

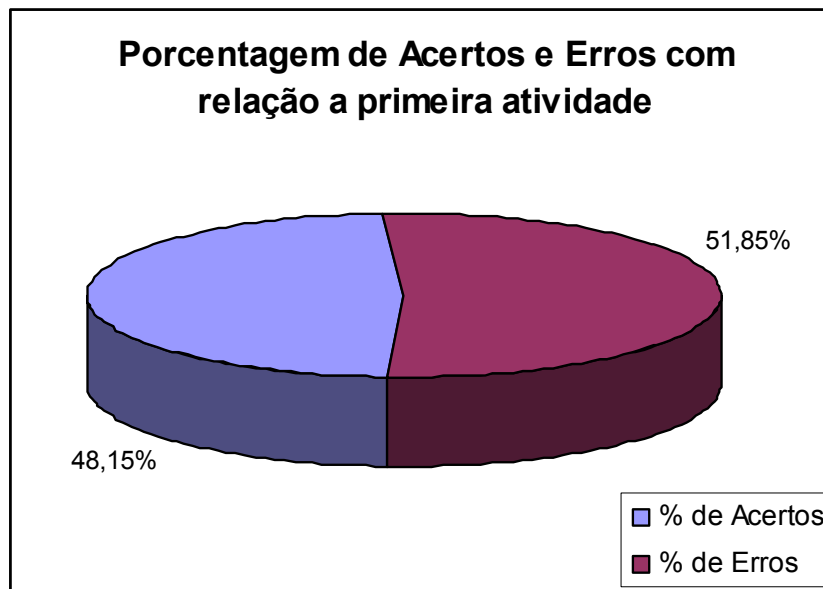


Figura 10 – Gráfico da porcentagem de acertos e erros de acordo com a primeira atividade

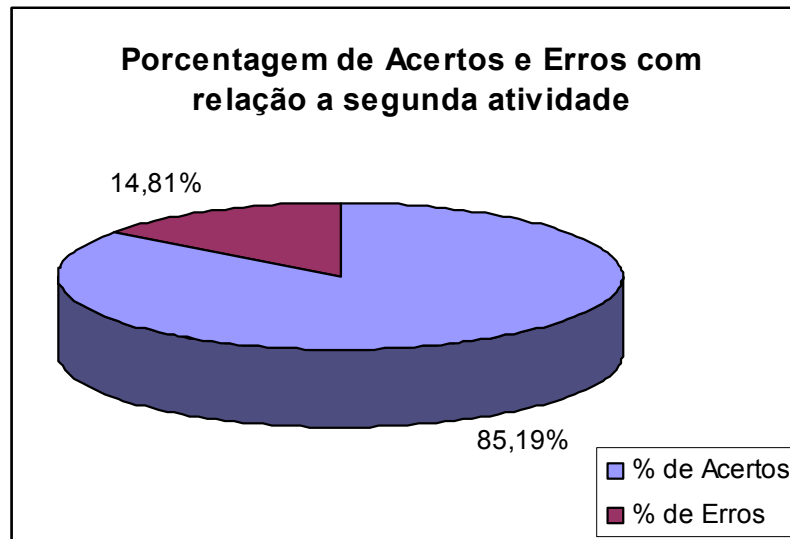


Figura 11 – Gráfico da porcentagem de acertos e erros de acordo com a segunda atividade

Relacionando as duas atividades pode-se chegar a algumas respostas. O gráfico da Figura 12 indica a relação entre as duas atividades, ou seja, se os alunos que acertaram a primeira atividade continuaram acertando a segunda, e se os que erraram a primeira conseguiram entender e acertar a segunda.

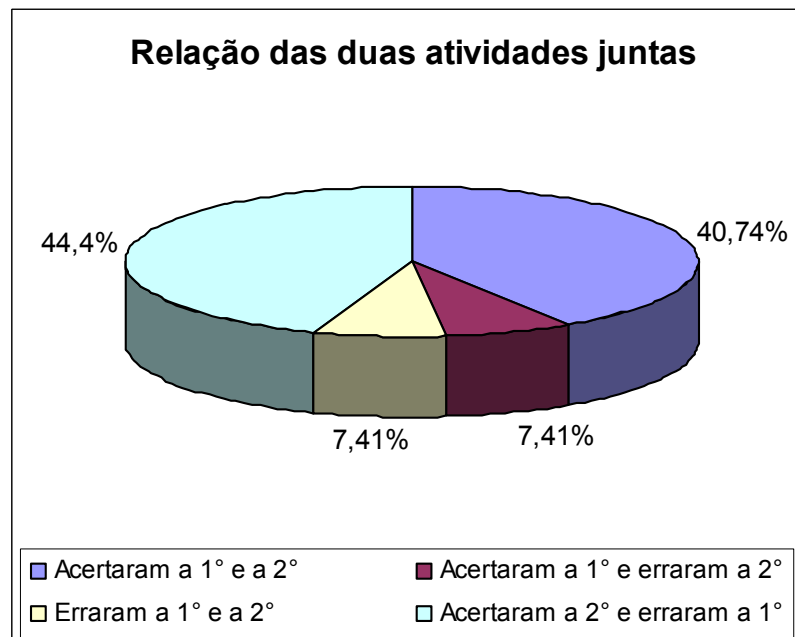


Figura 12 – Gráfico da relação das duas atividades

Através da utilização do recurso didático a partir do espectrofotômetro, os alunos puderam visualizar como são verdadeiramente as principais peças deste aparelho. Identificaram assim, a fonte de radiação mostrado na Figura 13; o monocromador indicado pela Figura 14; na Figura 15 está a área da amostra e na Figura 16 é mostrado o detector.

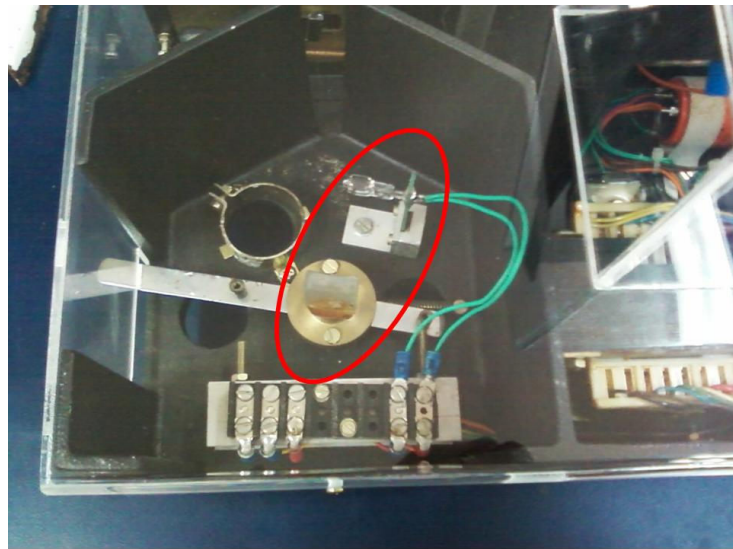


Figura 13 – Fonte de Radiação
Fonte: Próprio Autor



Figura 14 – Monocromador
Fonte: Próprio Autor

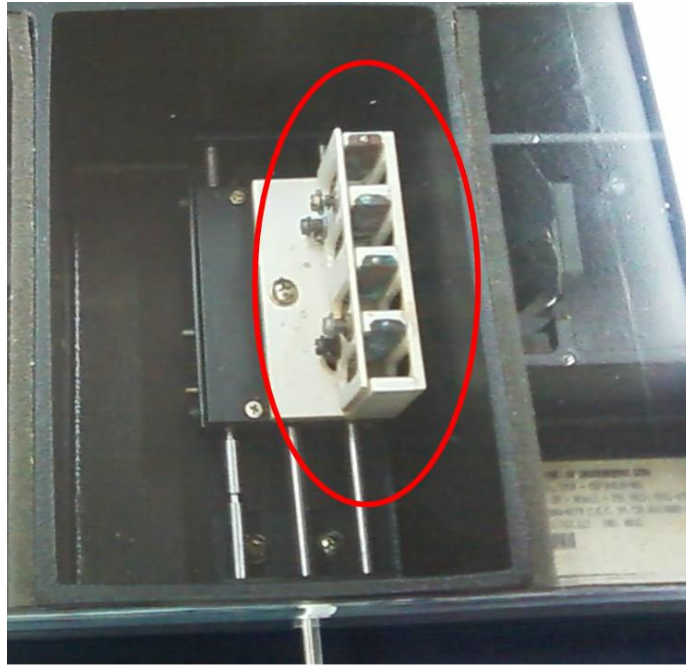


Figura 15 – Área da amostra
Fonte: Próprio Autor



Figura 16 – Detector
Fonte: Próprio Autor

Com isso, pode-se perceber que na primeira atividade, mostrada no gráfico da Figura 10, os alunos indicaram um aprendizado mediano, pois mais da metade

da turma errou a atividade 1, 51,85% para 48,15%, respectivamente. Já na atividade 2, pode-se perceber que a porcentagem de alunos que concluiu a atividade corretamente, foi muito maior do que a porcentagem de alunos que erraram a mesma atividade, 85,19% para 14,81%, como mostrado no gráfico da Figura 11. Isso pode ser sinal de que o material usado como recurso didático, foi uma ferramenta importante no auxílio de aprendizado dos alunos.

Observando as respostas dos mesmos alunos perante as duas atividades, pode-se dizer que a porcentagem daqueles que acertaram a atividade que diz respeito a aula tradicional (atividade 1) e erraram a que utiliza o recurso (atividade 2), foi pequeno 7,41%. A porcentagem daqueles que erraram tanto a primeira quanto a segunda atividade foi igual aos que acertaram a atividade 1 e erraram a 2, ou seja, 7,41%. Um valor significativo foi obtido dos alunos que erraram a primeira atividade, mas que após a explicação com o recurso didático proposto passaram a acertar, sendo essa uma porcentagem de 44,4%, podendo perceber que houve um melhor resultado com a utilização do recurso, pois aqueles que acertaram tanto a primeira atividade quanto a segunda foi de 40,74%.

De acordo com Bravim (2004), os recursos didáticos são mediadores dentro da sala de aula, auxiliando o professor, quando da exposição do conteúdo, e fazendo com que os alunos assimilem de forma mais fácil o que lhes foi passado. Isso pode ser comprovado quando da utilização do espectrofotômetro como um material didático, indicando que houve um melhor entendimento de seu funcionamento e localização de seus componentes principais por parte dos alunos.

Mas, não se devem utilizar apenas metodologias alternativas, é necessário também o embasamento teórico de uma aula tradicional, pois o professor é a peça fundamental no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, como é descrito por Moran (2002) e Ens (2002). Dessa forma, o professor deve-se preocupar com todos os seus alunos, desde aqueles que assimilam o conteúdo da forma tradicional, até aqueles que conseguem aprender do modo mais inovador. Daí a necessidade e importância da utilização em conjunto dos dois métodos.

6 CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho, foi possível observar de forma mais clara como é importante o aluno ter um elemento prático para relacionar com a teoria.

A utilização de um recurso didático na disciplina de análise instrumental, como em qualquer outra disciplina, é importante e traz resultados positivos. Visto que os alunos têm alguma dificuldade em imaginar como são as peças de um espectrofotômetro interiormente, e para que se possa entender tanto o funcionamento do aparelho, quanto as respostas que se obtém em uma aula prática sobre espectrofotometria, é interessante a utilização de um material que os ajude a compreender melhor o que o professor está tentando transmitir teoricamente.

Desta forma, quando o professor usa um recurso didático, ele proporciona ao aluno uma forma mais fácil de entender sua linguagem, muitas vezes, complicada e que não tem muito sentido para o aluno, podendo melhorar o rendimento dos mesmos em sala. Isso não significa que somente a utilização de metodologias alternativas contribuirá para o aprendizado do aluno, pois é necessário um embasamento teórico combinado com um elemento prático para a confirmação de melhores resultados referentes à aprendizagem e obtenção de conhecimento.

Portanto, a inserção de materiais alternativos por parte dos professores na sala de aula, contribui para o aprendizado do aluno, permitindo que eles juntem a teoria com a prática, ampliando seus conhecimentos.

7 REFERÊNCIAS

BARBOSA, Hérica M. da S.; MACIEL, Leonardo N. de Q.; SILVA, Helena P. de B. **Abordagens conceituais e utilização de recursos didáticos em sala de aula: vivência em uma turma do curso de licenciatura em Geografia.** In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 2010, Porto Alegre.

BRAVIM, Eliana. **Os recursos didáticos e sua função mediadora nas aulas de matemática: um estudo de caso na aldeia indígena Tupinikim Pau-Brasil do Espírito Santo.** Espírito Santo, 2004.

CASTOLDI, Rafael; POLINARSKI, Celso A.; **A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem.** In: I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2009, Ponta Grossa.

CIENFUEGOS, Freddy; VAITSMAN, Delmo. **Análise Instrumental.** Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

ENS, Romilda T. Relação professor, aluno, tecnologia: um espaço para o saber, o saber fazer, o saber conviver e o saber ser. **Revista Digital da CVA.**, v. 1, n. 3, fev. 2002.

Espectrofotometria. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/leo/site_espec/naturezadacor.html> Acesso em: 15 set. 2010.

FEMTO. **Os Primeiros modelos.** Disponível em: <<http://www.femto.com.br/empresa-evolucao-tecnologica.html>> Acesso em: 18 set. 2010.

FIorentini, D. et al. **Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática.** Boletim da SBEM-SP. 1990.

FREIRE, Larissa A.; CARIBÉ, Ana L. O filme em sala de aula: como usar. **Revista O Olho da História.**, 2004.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas atuais da educação.** São Paulo, 2000.

HARRIS, Daniel C. **Análise Química Quantitativa.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

HASHIMOTO, Ronaldo F.; **Visão e Processamento de Imagens**. 2003. Disponível em: <http://www.vision.ime.usp.br/~ronaldo/mac0417-03/aula_02.html> Acesso em: 18 set. 2010.

LAUDARES, João B.; LACHINI, Jonas. **O uso do computador no ensino de matemática na graduação**. Sem data.

MARTINEZ, Marina. **Espectrofotômetro**. 2010. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/materiais-de-laboratorio/espectrofotometro/>> Acesso em: 18 set. 2010.

MELLO, Rosângela M. **Tecnologia Educacional**. Telêmaco Borba, 2004.

MONTEIRO, Jander B.; FARIAS, Juliana F.; ZANELLA, Maria E. **O uso de recursos didáticos com base nas tecnologias de informação e comunicação no ensino de climatologia**. Universidade Federal do Ceará, sem data.

MORAN, José M. **Pedagogia integradora do presencial-virtual**. PUC-SP e Faculdade Sumaré, 2002.

MORETTI, Vânia de A.; **Utilização de Recursos Multimídia no Ensino de Química do Nível Médio**. Campinas, 2007.

PAIS, Luis C. **Uma análise do significado da utilização de recursos didáticos no ensino da geometria**. [199-]. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/23/textos/1919t.pdf>> Acesso em: 16 mai. 2011.

PARANÁ, 2008. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná – Química**. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=98>> Acesso em: 24 abr. 2010.

SAVIANI, Demerval. **Escola e Democracia**. São Paulo: Cortez. 1991.

SEVERINO, Antonio J. **Ensino e pesquisa na docência universitária: caminhos para a integração**. Vol. 3. São Paulo: Pró-reitoria de graduação, 2008.

SILVA, Renata K. F. da; CAVALCANTI, Angela M. S.; ARAÚJO, Monica L. F. **Recursos didáticos no ensino de biologia: um olhar em escola pública estadual de Camaragibe.** In: X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2010, Recife.

SILVERSTEIN, Robert M.; BASSLER, Clayton G.; MORRILL, Terence C. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos.** 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1979.

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F. James.; CROUCH, Stanley R. **Fundamentos de Química Analítica.** 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

VIEIRA Antonio D. **Atecnomed.** 2010. Disponível em: <
<http://atecnomed.blogspot.com/>> Acesso em: 18 set. 2010.

ANEXOS**Anexo A – Autorização para utilização de aula**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Curso Superior de Bacharelado em Química Industrial e
Licenciatura em Química



Pato Branco, 19 de maio de 2011.

Declaro para os devidos fins, que autorizei a aluna Carolina Sefstrom aplicar questionários referentes ao seu trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Química intitulado “Elaboração de material didático para o ensino de análise instrumental” no dia 20 de maio de 2011, no quinto período do curso de Química.

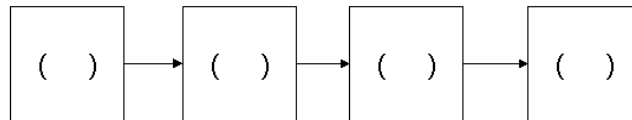
Larissa Macedo dos Santos

Anexo B – Atividade 1 aplicada aos alunos do 5º período do curso de Química

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Curso Superior de Bacharelado em Química Industrial e
Licenciatura em Química



Para o esquema de um espectrofotômetro ilustrado abaixo, indique os principais componentes, relacionando com a legenda:



- (1) Detector
- (2) Monocromador
- (3) Fonte de radiação
- (4) Área da amostra

Anexo C – Atividade 2 aplicada aos alunos do 5º período do curso de Química



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
 Curso Superior de Bacharelado em Química Industrial e
 Licenciatura em Química



De acordo com a explicação dos componentes principais e com o auxílio do próprio espectrofotômetro, relacione a legenda com o esquema abaixo:

