

# Abordagem interdisciplinar em práticas de ciências: uma disciplina no ensino médio integral

Raissa Martins Idalgo e Silva<sup>1\*</sup> (IC), Pedro Miranda Junior<sup>1</sup> (PQ), Amanda Cristina Teagno Lopes Marques<sup>1</sup> (PQ)

\*raissa\_idalgo@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, São Paulo (SP)

*Palavras-Chave:* práticas de ciências, interdisciplinaridade, cromatografia.

## RESUMO

Nas escolas e, conseqüentemente, na mente dos alunos, é comum a ideia de que as matérias, disciplinas ou componentes curriculares sejam vistos de forma isolada, da forma como se apresenta ao discente o currículo clássico da educação. Porém, nas escolas de ensino médio integral do estado de São Paulo, é ministrada uma disciplina chamada Práticas de Ciências, na qual são propostas aulas que podem quebrar esse paradigma tradicional, tão arraigado à organização curricular. A interdisciplinaridade vem, assim, ajudar na compreensão dos fenômenos da realidade a partir da articulação de conceitos de diversas áreas, buscando a construção de uma visão de totalidade, na qual diversos assuntos cooperam na construção de um conhecimento mais integrado da realidade, superando a fragmentação disciplinar que impede de ver o todo e o complexo (MORIN, 2008). Com isso, apresentamos uma possibilidade de aula interdisciplinar que integra conhecimentos químicos, físicos, biológicos e ambientais, tendo como ponto de partida uma atividade com cromatografia a partir dos pigmentos encontrados no espinafre.

## INTRODUÇÃO

Desde 2012, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo começou a implantar em algumas escolas do estado o ensino de período integral, que inicialmente apenas englobava o Ensino Médio, porém, em 2013, também começou a ser implantada no Ensino Fundamental II. Hoje, as Escolas de Tempo Integral – ETI, como vieram a ser chamadas – somam um total de 236 unidades em todo o estado, e atendem a mais de 50 mil estudantes. O novo modelo de Escola de Tempo Integral, em 2015, já contava com 257 escolas e atendia a 80 mil alunos (SEE-SP, 2015).

Esses estudantes, segundo a matriz curricular, possuem jornada de até nove horas e meia por dia, sendo que a escola lhes oferece até três refeições diárias. Além das aulas regulares, os alunos desenvolvem atividades esportivas e culturais, incluindo a existência de disciplinas eletivas, que são escolhidas pelos próprios alunos de acordo com o seu objetivo, orientação de estudos e tutoria.

Entre essas disciplinas que constam na grade curricular das ETI, consta uma disciplina em especial chamada “Práticas de Ciências” que é lecionada para os alunos do primeiro e do segundo ano do Ensino Médio. A proposta desta disciplina é promover a prática laboratorial dentro da escola, para auxiliar o desenvolvimento e o aprendizado dos alunos no ensino de ciências (SSE-SP, 2015).

Neste panorama, as aulas de Práticas de Ciências poderiam ser desenvolvidas como mais um instrumento no auxílio ao processo de alfabetização científica necessário no Ensino Médio. A alfabetização científica é algo que vem sendo discutido atualmente, sendo colocado como de suma importância e de necessidade extremamente primordial para a formação dos jovens. Porém, cabe ressaltar que o conceito de alfabetização científica, e a forma como esta deve ocorrer, implicam um extenso debate pedagógico (CACHAPUZ, 2011).

Seguindo um modelo tradicional de ensino, é muito comum termos a ideia equivocada de disciplinas separadas e independentes, divididas em “ciências naturais” e “ciências humanas” (CHASSOT, 2003). Porém, essa visão comum de disciplinas separadas em caixinhas pré-programadas não é algo que se deva transmitir ao aluno e que deva ser reforçado pelos professores durante a passagem do estudante no Ensino Fundamental e Médio. Segundo os PCN, “para observância da interdisciplinaridade é preciso entender que as disciplinas escolares resultam de recortes e seleções arbitrários, historicamente constituídos, expressões de interesses e relações de poder que ressaltam, ocultam ou negam saberes” (BRASIL, 2002, pág. 88).

Desta forma, dentro da escola, a interdisciplinaridade não possui como objetivo criar uma nova disciplina ou saber, mas articular os conhecimentos existentes para resolver um problema ou para compreender um fenômeno em toda sua abrangência e complexidade, superando a fragmentação disciplinar.

## **OBJETIVO**

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo incitar uma reflexão acerca da interdisciplinaridade na educação, e analisar uma proposta sobre a inserção de tal abordagem em uma disciplina chamada Práticas de Ciências, presente na escola de tempo integral. Verificaremos a possibilidade da interdisciplinaridade em sua existência, analisando o experimento de cromatografia do espinafre, verificando os conhecimentos envolvidos, e refletindo sobre como a interdisciplinaridade pode vir a ajudar na quebra de paradigmas instaurados pela sociedade e pela própria escola com o decorrer dos anos.

## **PRÁTICAS DE CIÊNCIAS: UMA POSSIBILIDADE INTERDISCIPLINAR**

O currículo da educação básica, em geral, possui uma disposição que visa à organização de conteúdos de maneira fragmentada, à luz da lógica disciplinar da ciência moderna positivista. Essa característica não é algo exclusivo das ciências ou da educação tradicional, e nem mesmo das universidades e institutos de pesquisa, mas é também algo presente em instituições políticas, sociais e econômicas. Devido a essa fragmentação, no âmbito da ciência, cada vez mais observamos um apelo à especialização em uma subdivisão de uma área do conhecimento, a partir da qual formamos especialistas em visões parciais e unilaterais (ZABALA, 2002; PHILLIPI, 2000). Como argumentam MORIN e KERN (1995, p.10), “Descobrimos, porém, que a ciência também pode produzir ignorância, pois o conhecimento fecha-se na especialização.”

De começo, pode-se pensar que a divisão de ciências e letras, e subsequentes divisões em disciplinas, temas, lições e suas subdivisões segue uma linha de coerência científica, e possui a sua própria origem no modo na qual a formação de professores acontece, sugerindo assim que esse tipo de divisão é lógica, e que ela garante um mínimo de segurança acerca da abordagem e aprofundamento dos conhecimentos necessários à formação do aluno. Porém, quando falamos sobre ensino e sobre aprendizagem, certamente não podemos tomar a visão científica como sendo ideal também para uma visão dentro do ensino, na qual a divisão proposta funcionaria da mesma forma no que concerne à apresentação desses saberes com o objetivo de se ter uma aprendizagem profunda e apropriada (ZABALA, 2002).

Essa divisão ocorrida em formato de disciplinas, no entanto, ao invés de facilitar e garantir o aprendizado do que se julga importante e indispensável, acaba por

fragmentar os saberes e provocar uma dispersão do conhecimento, o que muitas vezes impede, de um ponto de vista do educando, observar como as tidas disciplinas dialogam entre si e como seus assuntos dialogam ao mesmo tempo, em um processo conjunto.

Desta forma, a interdisciplinaridade no ensino mostra-se como um caminho promissor na integração dessas “áreas do conhecimento”, e propõe uma demonstração da correlação entre conteúdos discutidos em determinada disciplina e outra. Para se entender os fenômenos, naturais ou não, ocorridos no mundo contemporâneo, é imprescindível o diálogo entre tais áreas. Afinal, investigações acerca de recursos naturais, fenômenos ambientais, problemas ocasionados por descarte indevido de materiais e os riscos à saúde derivados da poluição, por exemplo, exigem uma integração de conhecimento e áreas geralmente vistas de forma independente durante a escolarização tradicional (ZABALA, 2002).

Nesse artigo, tomamos como definição de interdisciplinaridade o que sugere Zabala (2002, p.33), como “a interação de duas ou mais disciplinas”, consistindo assim na aproximação e no diálogo de um conjunto de disciplinas, com o objetivo de se analisar um objeto em comum, sem que estas percam o seu caráter original e, sendo assim, propondo uma tentativa de resgate das características de totalidade do conhecimento. Tendo em vista essa concepção, a disciplina Práticas de Ciências, presente na grade horária das escolas integrais, pode mostrar-se como alternativa à construção da interdisciplinaridade, graças à abertura multidisciplinar já caracterizada em sua existência e proposta.

Tendo em vista essas características, este trabalho propõe uma análise da possibilidade da inserção da interdisciplinaridade em uma disciplina presente no currículo da Escola de Ensino Integral, usando como tema principal uma investigação acerca dos cloroplastos presentes nas folhas do espinafre por meio da cromatografia, recorrendo a conhecimentos dos campos da biologia, química e física.

### **UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA A PRÁTICA DE CIÊNCIA: CROMATOGRAFIA DO ESPINAFRE**

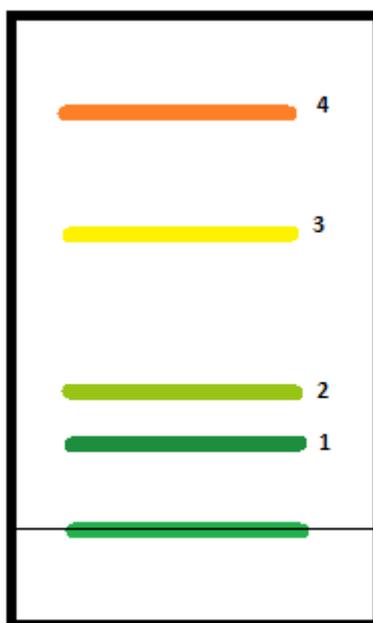
O estudo e a investigação da clorofila é um ótimo exemplo de um tema central que comporta uma grande gama de disciplinas escolares, geralmente observadas como independentes, mas que se mostram interligadas quando observadas de perto no estudo acerca dos elementos presentes na natureza.

A aula proposta tem como base a realização de uma atividade experimental, já que a experimentação desperta um forte interesse nos alunos em seus diversos níveis de escolarização, possuindo um caráter motivador e lúdico. A experimentação também pode contribuir no processo de elaboração do pensamento científico do aluno, incitando assim o exercício de competências técnicas e cognitivas. Desta forma, tal prática deve ter, obrigatoriamente, uma ligação entre acontecimento no mundo e modelo didático proposto, de forma que a experimentação fomente a discussão do processo de significação do mundo (GIORDAN, 1999).

Para isso, foi elaborado um roteiro de experimento, no qual os alunos seguiriam os procedimentos, fazendo uso de uma lista de materiais simples encontrados em qualquer laboratório, ou mesmo que podem ser improvisados pelo professor de acordo com a realidade de cada escola. Como, em geral, as escolas de ensino integral do estado de São Paulo possuem uma infraestrutura mínima para uma

aula laboratorial, esta prática pode ser aplicada sem maiores problemas no que diz respeito à disponibilidade de equipamentos.

O material necessário consiste em folhas de espinafre, areia fina, etanol 95%, funil, papel de filtro, tesoura, almofariz, conta-gotas e proveta. Com o auxílio do almofariz, as folhas de espinafre devem ser maceradas junto da areia fina, para aumentar a superfície de contato e aumentar o impacto causado pela maceração, até que as folhas estejam bem trituradas, formando uma espécie de “suco de espinafre”, e esteja assim pronta para a adição de álcool. O papel de filtro deve ser cortado em tiras longas, e uma pequena gota da solução obtida da maceração do espinafre deve ser pingada no primeiro terço da tira. Essa gota deve ser seca com o auxílio de um secador de cabelos, de uma estufa, ou mesmo apenas ao natural. Quando isso acontecer, outra gota deve ser pingada sobre a gota seca, repetindo o processo de secagem e deposição da solução de suco de espinafre até que a mancha verde esteja bem nítida e com uma cor bem vivaz no papel de filtro. Em seguida, a ponta da tira de papel deve ser mergulhada dentro de uma proveta com álcool, sem que a mancha depositada nela seja molhada. Deve-se então esperar, até que os pigmentos se separem de acordo com a sua afinidade com o etanol. Após o procedimento cromatográfico, o provável de acontecer, durante a separação, é a seguinte apresentação encontrada na figura 1.



**Figura 1:** Provável resultado da cromatografia do espinafre.

Na figura 1, são observadas quatro manchas diferentes que se seguem à mancha original do suco de espinafre que foi depositado sobre a linha marcada. As duas primeiras manchas, de número 1 e 2, correspondem às manchas obtidas por conta da clorofila (1 clorofila *b* e 2 clorofila *a*); a de número 3 por conta das xantofilas, e a de número 4 por conta dos carotenos. A clorofila é um pigmento que se encontra nos cloroplastos, organelas específicas das células vegetais. A clorofila permite absorver a energia da luz e a converte em energia química, sendo o cloroplasto a organela responsável pela execução da fotossíntese nas plantas. Ao se falar de fotossíntese, além da sua abordagem naturalmente biológica, há também a possibilidade de uma abordagem química e física. As xantofilas são um pigmento de cor amarela, muito

comum nas algas pardas e nos vegetais superiores, e os carotenos são pigmentos de cor alaranjada presentes em várias plantas e algas.

Dentro desse experimento, vários assuntos podem ser abordados, envolvendo as disciplinas clássicas de química, física e biologia, e que estão relacionados e apresentados de uma única vez por uma infinidade de relações. A começar pela técnica usada para separação dos pigmentos encontrados nas plantas, a cromatografia, que é uma técnica físico-química de separação de mistura, natural ou não, para análise. A separação dos pigmentos durante uma cromatografia, seja ela da espécie que for, depende de uma diferenciação provocada pela interação que irá ocorrer entre o objeto de análise e as duas fases presentes na técnica: a fase móvel e a fase estacionária. A fase móvel no experimento compreende o álcool que “empurrará” as substâncias para cima, enquanto a fase estacionária compreende o papel de filtro onde o suco de espinafre foi depositado. A identificação das manchas no papel com as substâncias clorofilas, xantofilas e carotenos só poderá ocorrer a partir da diferenciação das propriedades que cada substância da mistura apresentará, como solubilidade, composição e polaridade. Tendo isso em mente, pode-se prever, já de início, uma conversaçãõ acerca dessas diferenciações, e usando a estrutura química de cada uma das substâncias, é possível guiar os alunos a elaborar hipóteses sobre a disposição dos pigmentos.

Podemos citar, primeiramente, a estrutura química da clorofila, que possui dois tipos mais comuns, sendo o principal deles a clorofila *a*, presente na maioria dos organismos que executam a fotossíntese por meio do oxigênio. Junto dela, existem as clorofilas *b*, *c* e *d*, que são chamadas de pigmentos acessórios. A clorofila *b* está presente nas plantas de maior porte, nas briófitas, algas verdes e euglenófitas. Já a clorofila *c*, é encontrada em algumas algas, principalmente as algas castanhas, e nas diatomáceas, e a clorofila *d* é geralmente encontrada em algumas algas que possuem cor vermelha. Os quatro tipos de clorofila se distinguem devido a sua fórmula química e disposição de substituintes, como pode ser verificado na figura 2, na qual é apresentada a diferença de estruturas da clorofila *a* e da clorofila *b*.

Junto das estruturas da clorofila *a* e da clorofila *b*, podem ser mencionadas também as diferenças dos substituintes da clorofila *c1*, *c2* e *d*, conforme indicação no quadro 1, que mostra a organização dos radicais de acordo com a numeração de carbono presente na figura 2.

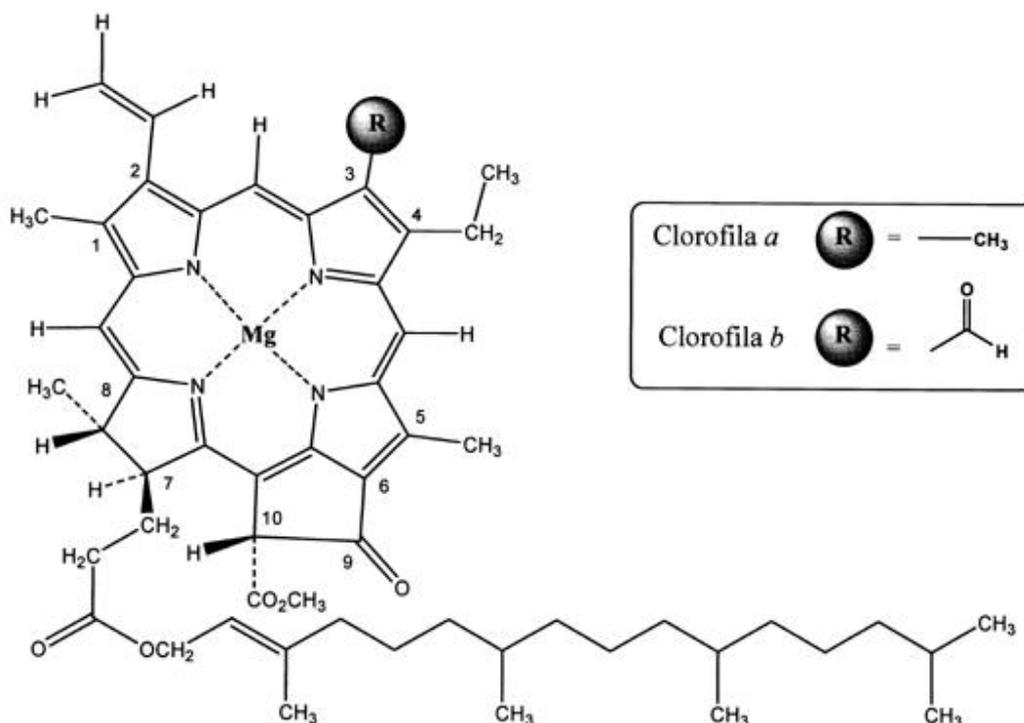


Figura 2: Diferenciação da estrutura das clorofilas a e b. (extraído de STREIT et. al, 2005, p. 750)

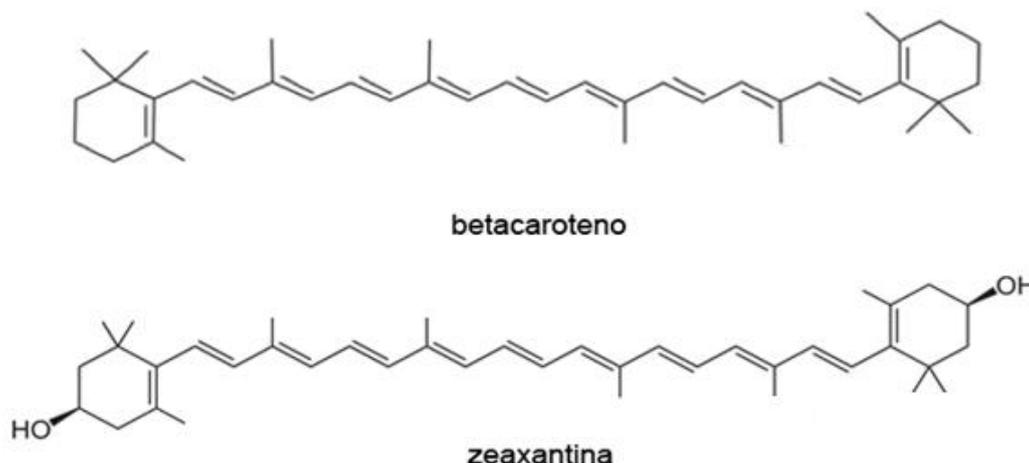
Quadro 1: Substituintes e radicais dos diferentes tipos de clorofila. (NELSON e COX, 2004)

	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila c1	Clorofila c2	Clorofila d
Fórmula molecular	C <sub>55</sub> H <sub>72</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg	C <sub>55</sub> H <sub>70</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg	C <sub>35</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg	C <sub>35</sub> H <sub>28</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg	C <sub>54</sub> H <sub>70</sub> O <sub>6</sub> N <sub>4</sub> Mg
Grupo C2	-CH=CH <sub>2</sub>	-CH=CH <sub>2</sub>	-CH=CH <sub>2</sub>	-CH=CH <sub>2</sub>	-CHO
Grupo C3	-CH <sub>3</sub>	-CHO	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>
Grupo C4	-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	-CH=CH <sub>2</sub>	-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Grupo C7	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COO-fitilo	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COO-fitilo	-CH=CHCOOH	-CH=CHCOOH	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COO-fitilo
Ligação C7 e C8	Simple	Simple	Dupla	Dupla	Simple

Após ressaltar a diferença entre as clorofilas a e b, guiando os alunos a descobrir e a entender o motivo de ambas terem se separado e se depositado da forma observada, pode-se também comentar o motivo da separação ocorrida também entre os carotenos e as xantofilas; levando em conta que, embora as duas substâncias sejam carotenoides, a diferença se apresenta no fato de que as xantofilas são moléculas levemente polares, apresentando hidroxilas ou cetonas, e os carotenos são moléculas altamente apolares, com apenas hidrocarbonetos em sua composição, como mostra a figura 3.

Tendo comentado a presença dos quatro tipos de pigmentos encontrados no suco de espinafre, e as suas diferenças quanto à estrutura de suas moléculas, é perceptível que suas dessemelhanças não permaneçam apenas no âmbito químico, mas na forma visual também, de acordo com a sua cor. Nesse contexto, pode-se

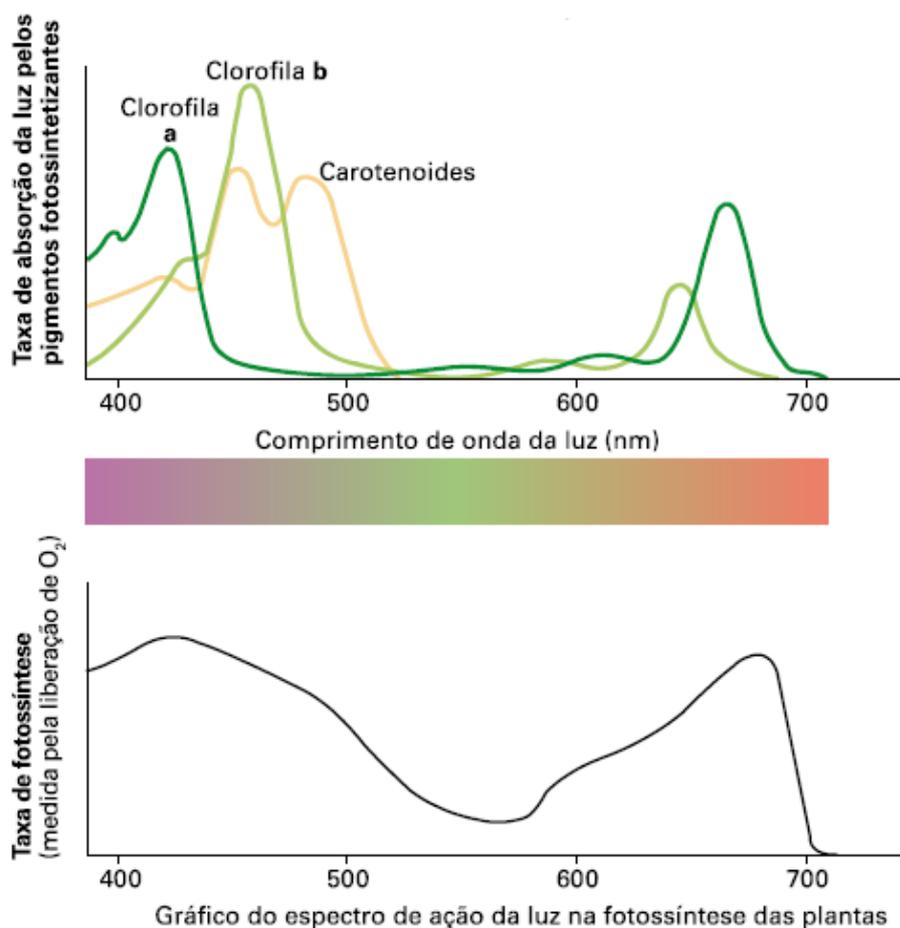
discutir com os alunos o fato das folhas se tornarem amareladas e alaranjadas conforme o tempo, e criar com eles um paralelo entre esses pigmentos e o processo de perda de cor que ocorre na folha após esta ser retirada da árvore. Afinal, esse fenômeno se deve ao fato da decomposição da clorofila ocorrer ao mesmo tempo da decomposição dos carotenoides, porém, em um ritmo muito mais rápido, o que permite que os outros pigmentos prevaleçam conforme o passar do tempo, dando a aparência “envelhecida” às folhas.



**Figura 3:** Estrutura química de um caroteno e uma xantofila presente no espinafre.  
(MELÉNDEZ-MARTINEZ et. al, 2004)

Ainda com base na diferenciação da cor encontrada na experimentação, é possível também abordar conhecimentos não apenas da química, mas também da física. A clorofila é um pigmento que reflete a cor verde, e por isso absorve bem a luz nas faixas do vermelho e do violeta. Em vista disso, é possível abordar junto do estudo da clorofila presente nos cloroplastos das plantas o funcionamento da luz e a lógica do espectro de luz visível, além do papel da luz na fotossíntese, assunto recorrente na aula de biologia, como mostrado na figura 4, em um gráfico simples que relaciona a luz absorvida de acordo com a variação do comprimento de onda. Nele, podemos ver a diferença da absorção entre a clorofila *a* e a clorofila *b*, e encontramos informação sobre o betacaroteno, o caroteno mais encontrado nas plantas. No espectro, também, é possível observar a taxa de fotossíntese completa, independente da diferenciação entre clorofila *a* e *b*.

E por fim, a interdisciplinaridade também implica a apresentação e disposição de situações ecológicas, levantando valores e problemas recorrentes que estejam sendo comentados no dia-a-dia e na vivência dos alunos, nos telejornais e na mídia em geral. Quando falamos em fotossíntese, clorofila e plantas em geral, tais assuntos remetem também aos aspectos ambiental e ecológico em que nos encontramos, como seres humanos inseridos na natureza. É por meio da fotossíntese, afinal, que obtemos o oxigênio necessário a nossa respiração e à respiração de tantos outros animais. No aspecto ambiental, é válido comentar a emissão de um excesso de gás carbônico, o desmatamento cada vez mais recorrente em um mundo industrializado e a privação que as cidades apresentam de sua flora. É possível também comentar os danos causados pela poluição de rios e mares, o que também contribui para o desaparecimento de muitas algas, diminuindo a fotossíntese e comprometendo o importante papel que estas algas desempenham no equilíbrio do ecossistema global.



**Figura 4:** Gráfico comparativo entre a clorofila a e clorofila b, com menção ao betacaroteno e taxa completa de fotossíntese dependendo do comprimento de onda. (extraído de LOPES, 2006, p. 91)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo visou traçar uma possibilidade de interdisciplinaridade em uma disciplina presente no currículo da Escola Integral do Estado de São Paulo chamada “Práticas de Ciências”, que já possui em seu cerne a indicação de uma cooperação das disciplinas que envolvam a experimentação em ciências, e que pode ser aproveitada para instigar essa visão interdisciplinar no currículo escolar. É por meio da interdisciplinaridade, afinal, que o aluno poderá construir uma visão abrangente sobre ciências, na qual uma disciplina dialoga com a outra e todas cooperam para uma visão mais ampla do real.

Partindo da ideia principal da interdisciplinaridade e da sua importância para o processo ensino-aprendizagem dentro das escolas, no que concerne ao estudo das ciências e à alfabetização científica, buscou-se propor sua inserção em uma atividade experimental sobre a separação das clorofilas e carotenoides do espinafre por meio da cromatografia, comentando-se os diferentes assuntos e aspectos presentes em tal experimentação, que abrange as disciplinas de química, física, biologia, e abre espaço até mesmo a abordagens sociais, econômicas e ecológicas.

Consideramos que interdisciplinaridade não é atingida somente com a realização de uma única atividade na disciplina Práticas de Ciências; antes, a interdisciplinaridade deve ser construída articulando os temas abordados no conjunto das disciplinas do ensino médio. No entanto, destacamos que a disciplina de Práticas de Ciências, devido à abordagem multidisciplinar empregada em sua concepção, apresenta um grande potencial para a aplicação da abordagem interdisciplinar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CACHAPUZ, A. et. al (org.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3ed, Cortez, São Paulo, 2011.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, [s.l.], n. 22, p.89-100, abr. 2003.
- DEGANI, Ana Luíza G.; CASS, Quezia B.; VIEIRA, Paulo C. Cromatografia: Um breve ensaio. **Química Nova na Escola**. v. 7, p.21-25, maio 1998.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p.43-49, nov. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2016
- LOPES, S.G.B.C. **Bio 1**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MELÉNDEZ-MARTINEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. **ALAN**, Sevilha, v. 54, n. 2, p.149-155, 2004
- MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- MORIN, E; KERN, A.B. **Terra-Pátria**. Porto Alegre: Editora Sulina; 1995.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4th ed. W. H. Freeman: New York, 2004. 1100p.
- PHILLIP JR , A. et al. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus Editora, 2000
- SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SEE-SP). **Programas garantem jornada ampliada de estudo aos alunos da rede estadual de SP**. Disponível em: <<http://www.educacao.sp.gov.br/escola-tempo-integral>>. Acesso em: 12 dez. 2015.
- STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Cienc. Rural**, v. 35, n. 3, p.748-755, jun. 2005.
- ZABALA, A. **Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- ZERAIK, M. L.; YARIWAKE, J. H. Extração de  $\beta$ -caroteno de cenouras: uma proposta para disciplinas experimentais de química. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p.1259-1262, 2008.