

UMA ABORDAGEM MULTISSENSORIAL PARA O ENSINO DE CROMATOGRÁFIA EM UMA PERSPECTIVA INCLUSIVA

A MULTISENSORY APPROACH FOR TEACHING CHROMATOGRAPHY IN AN INCLUSIVE PERSPECTIVE

Lucas Pasquim Darim¹

Camila Pinto Dourado²

Verónica Marcela Guridi³

Adilson Pereira⁴

Rodrigo Camara Barboza⁵

Miriam Sannomiya⁶

Resumo: O ensino e a aprendizagem de Ciências são comumente associados à visão. Particularmente, no ensino de cromatografia, a visão ganha destaque. A cromatografia é a técnica de separação de substâncias, bastante empregada no ensino de ciências para abordar conceitos e métodos científicos relacionados ao conteúdo de polaridade e separação de misturas, conforme previsto na Base Nacional Comum Curricular. Diferentes colorações são obtidas após o processo de separação, restringindo assim a aprendizagem de alunos com deficiência visual. Soler (1999) propõe que a aprendizagem pode acontecer utilizando todos os canais sensoriais, na perspectiva da Didática Multissensorial. No entanto, na literatura existem poucos trabalhos que apresentem propostas de ensino de Química nessa perspectiva. Assim, o presente trabalho tem por objetivo apresentar e descrever uma proposta de ensino de cromatografia pautada na perspectiva da multissensorialidade que, quando executada, possibilite a compreensão de conceitos relativos ao conteúdo de cromatografia a qualquer estudante, na perspectiva da Educação Inclusiva.

Palavras-chave: Cromatografia; Educação inclusiva; Didática Multissensorial; Ensino de Química.

¹ Mestrando, Escola de Artes, Ciências e Humanidades (PPEC). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil. E-mail: lucaspdarim@usp.br

² Mestranda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades (PPGSus). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil. E-mail: camila.dourado@usp.br

³ Doutora em Educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP). Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), São Paulo, SP, Brasil. E-mail: veguridi@usp.br

⁴ Graduando, Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil. E-mail: adpereira@usp.br

⁵ Mestrando, Escola de Artes, Ciências e Humanidades (MSC). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil. E-mail: rodbarboza9502@usp.br

⁶ Doutora em Química (IQ), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil. E-mail: miriamsan@usp.br

Abstract: Science teaching and learning processes are commonly associated with vision. Particularly, in chromatography teaching process, vision stands out. Chromatography is the technique of substances separation, often used in science teaching to approach scientific concepts and methods related to polarity and mixture separation, as planned by the Common Curriculum National Base. Different colorations are obtained after the process of separation, restricting the learning of pupils with visual deficiency. Soler (1999) proposes that learning can happen using all sensorial channels, within the perspective of Multisensorial Didactics. However, there are few works in literature that presents Chemistry teaching proposals in that perspective. Thus, the present work aims to present and describe a chromatography teaching proposal, based on multisensoriality perspective that, when executed, could allow the comprehension of concepts related to chromatography content to any student, in the perspective of Inclusive Education.

Keywords: Chromatography; Inclusive Education; Multisensory Didactics; Chemistry Teaching.

1 Introdução

O ensino e aprendizagem da disciplina de ciências é comumente associado ao sentido visual (Amaral; Ferreira; Dickman, 2009), sendo esta relação, por consequência, pertinente também ao ensino de química (Schwahn; Neto, 2011). Na contramão dessas perspectivas é salutar apontar que o aspecto fundamental não diz respeito ao fato de a disciplina de química ter natureza visual, mas sim de esta ser ensinada a partir de métodos e recursos que valorizem primordialmente este sentido humano, ou seja, através de uma mediação construída quase totalmente a partir deste canal sensorial (Camargo, 2012), uma vez que sua construção como ciência se deu a partir destes métodos (Schwahn; Neto, 2014).

Essa percepção contribui para que o ensino de química seja repensado, o que implica na construção de práticas que valorizem os demais canais sensoriais humanos, ou seja, através da perspectiva da Didática Multisensorial proposta por Soler (1999). Segundo este autor, partir da multisensorialidade envolve pensar nos demais canais sensoriais como potenciais vias para se ensinar e aprender ciências, sem excluir ou priorizar o sentido visual.

Neste contexto, pensa-se na perspectiva da Educação Inclusiva, construída a partir da percepção de que é necessário buscar atender a necessidade de todos os educandos, em especial aqueles que foram excluídos historicamente, como as pessoas com deficiência (UNESCO, 1994). Assim sendo, parte-se neste trabalho das deficiências sensoriais, com foco na deficiência visual, diretamente impactada pelas práticas de ensino de química pautadas primordialmente na percepção visual (Camargo, 2012).

Dessa forma, é importante constatar quanto a falta de trabalhos que veiculem o ensino de química à percepção multisensorial. Em revisão bibliográfica sobre o ensino de ciências a educandos com deficiência visual e a multisensorialidade, Darim, Guridi e

Crittelli (2021) encontraram 12 trabalhos, dos quais 4 são relacionados ao ensino de química. Destes, apenas um trabalha a proposta de cromatografia (Gonçalves *et al.* 2013), centrada no desenvolvimento de um cromatógrafo tátil no contexto de uma sequência didática. As demais práticas mencionadas no artigo de revisão envolvem o ensino de transformações físicas e químicas e suas diferenças (Fernandes; Hussein; Domingues, 2017), termometria e métodos de separação a partir de tecnologias assistivas (Benite *et al.*, 2017) e a diferença entre substâncias puras e misturas (Duarte *et al.*, 2019).

Os autores da revisão (Darim, Guridi, Critelli, 2021) ressaltam a relevância das práticas multissensoriais e seus resultados positivos nas práticas didáticas. O aspecto positivo e sua relação com a Educação Inclusiva é também ressaltado por outros autores em mais uma revisão sobre o tema (Silva; Landin, 2014) assim como em reflexões teóricas sobre a Didática Multissensorial (Guridi; Darim; Critelli, 2020).

Nesse contexto, este artigo tem por objetivo apresentar e descrever uma proposta de ensino de cromatografia pautada na perspectiva da multissensorialidade. Através da execução desta proposta, propõe-se que esta possibilite a compreensão de conceitos relativos ao conteúdo de cromatografia a um público mais extenso, ressaltando em sua construção a perspectiva da Educação Inclusiva.

2. A cromatografia e o seu ensino

Polinizadores são atraídos por moléculas orgânicas presentes em espécies vegetais, como também por suas cores. Isso ocorre de forma mais eficiente quando conciliam sinais olfativos e estímulos visuais (Riffel; Costa, 2015). As diferentes colorações observadas nas folhas, flores e frutos de plantas se devem à presença de pigmentos naturais, como é o caso das clorofilas, carotenóides e flavonóides, as quais absorvem radiação ultravioleta e visível (Khoo *et al.*, 2011, Iwahina, 2015; Mlodzinska, 2009).

Essa diversidade de tons observada na natureza, desperta inclusive no homem um verdadeiro fascínio desde os primórdios, como pode ser visto nos registros em cavernas, sítios sagrados da escrita, pinturas, bem como por civilizações indígenas em rituais religiosos ou para fins medicinais (Viegas *et al.*, 2006).

Toda esta variedade de cores observada se deve à contribuição de substâncias orgânicas e inorgânicas que muitas das vezes se combinam na forma de misturas. Uma forma de separar os pigmentos orgânicos de plantas é a partir de uma técnica chamada de cromatografia. Esta técnica tem origem em experimentos realizados no início do século

XX por Mijail Semionovich Tsvet, separando-se componentes de folhas e flores de plantas em uma coluna de vidro contendo carbonato de cálcio e percebendo uma diversidade de cores ao longo de sua extensão, mostrando que a cor era dada por uma correspondente diversidade de pigmentos, logo, diferentes compostos químicos (Silver, 2020; Dias *et al.*, 2003).

Trata-se de um método físico-químico de separação que envolve uma fase móvel e uma fase estacionária. Dependendo da interação dos compostos na mistura analisada com a fase estacionária e a fase móvel, se dá o processo de separação que depende das forças intermoleculares envolvidas entre as substâncias e a fase estacionária (Collins *et al.*, 2010). Quanto maior a interação da molécula com a fase estacionária, mais retida ou mais tempo a substância permanecerá em contato com essa fase, demorando mais para eluir durante uma corrida cromatográfica (Bedor, 2007). Esse método é de uso fundamental em diversas áreas de estudo da química, biologia e bioquímica, na separação de misturas e purificação de compostos, fazendo com que seja uma das técnicas analíticas mais empregada em diversos âmbitos, incluindo o educacional (Pacheco, *et al.*, 2015).

Alguns conceitos e métodos científicos relacionados ao tema estão presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018). Um bom exemplo é o caso da habilidade EM13CNT205, relativa à disciplina de Ciências no ensino Médio, que menciona:

Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências (Brasil, 2018 p. 557).

Nota-se que a habilidade em questão se refere à interpretação de resultados envolvendo atividades experimentais, portanto pode se fazer presente no contexto da temática de separação cromatográfica no contexto do Ensino Médio. Apesar de não envolver “noções de probabilidade e incerteza”, reconhece-se o aspecto da limitação das explicações científicas.

Dentre as técnicas de separação por cromatografia, existem a cromatografia gasosa, líquida, em camada delgada e em papel. Essa última é a mais simples e certamente a que aparece com maior frequência como exemplo em livros e outros materiais didáticos (Moreira *et al.*, 2021). Via de regra, professores utilizam alternativamente pigmentos inorgânicos presentes em canetas esferográficas de diferentes colorações, pigmentos de alimentos, pigmentos de plantas e bebidas para demonstração como materiais para simularem a separação. Empregam o papel de filtro e giz como fase estacionária, ao invés

do uso de sílica gel, já que estes são de baixo custo e de fácil acesso (Silva *et al.*, 2021; Dong; Iwaoka, 2021; Collins *et al.*, 2010; Fraceto; Lima, 2003).

Para estudantes do ensino médio, existem várias propostas de ensino envolvendo cromatografia, empregando-se extratos de flores e folhas de diferentes plantas. São utilizados materiais alternativos como fase estacionária, como é o caso de areia e bicarbonato de sódio para se falar dos conteúdos de funções orgânicas, forças intermoleculares e polaridade dos compostos (Trindade *et al.*, 2021). Lorke e Sommer (2010) mostram uma proposta feita por um professor que faz uma analogia do processo da cromatografia com um conto de fadas. Nessa prática, as diferentes moléculas foram comparadas com homens que se agarraram a um poste de madeira ou se deixavam levar pelo rio. Neste caso, se faz uso de uma analogia, na qual os homens seriam as moléculas, o poste a fase estacionária e o rio a fase móvel.

Essas questões são importantes quando se pensa na relação entre os conhecimentos cotidianos e científicos, na perspectiva de Vigotski (Facci, 2004). A partir das argumentações dessa autora, pode-se considerar as analogias como o elo entre o conhecimento menos elaborado (o cotidiano), que faz parte da vivência dos sujeitos, e o mais elaborado (o científico), que tem bases teóricas e históricas consolidadas. A única ressalva quanto ao uso de analogias reside no fato de que elas devem operar uma adequada transposição dos elementos estruturais e funcionais dos fenômenos, possibilitando uma adequada compreensão dos conhecimentos científicos, evitando a formação de imagens ou conceitos distorcidos relacionados a eles.

Alcantara-Garcia e Szelewski (2016) propuseram abordar o conteúdo de cromatografia na forma de um jogo. Nessa proposta, os estudantes em tempo real usam o Origin® como software, para gerar um gráfico que corresponderia ao cromatograma contendo uma mistura de dois compostos, os quais seriam representados, usando-se valores aleatórios para os eixos x (tempo) e y (abundância), ambos escolhidos pelo docente. Conforme cada turma jogasse o dado, o valor resultante corresponderia ao número da fase móvel ou os minutos que teriam que mover no eixo x . Como os valores do gráfico se modificavam, ressaltava-se o aspecto conceitual que diz respeito à melhor separação entre as turmas, para então introduzir os conceitos de resolução.

Dessa forma, nota-se uma diversidade de práticas que permeia a temática da cromatografia no contexto do ensino de ciências, mais especificamente na área da química.

3 Educação inclusiva, acessibilidade e o ensino de ciências

Mesmo havendo descrito uma diversidade de práticas envolvendo o ensino de cromatografia, se faz necessário pensar nas demandas da Educação Inclusiva fundamentadas em documentos como a Declaração de Salamanca, em que se estabelece que todos os alunos com necessidades especiais devem ter direito de permanência e acesso (UNESCO, 1994). Reconhece-se a Educação Inclusiva como estendida a todos os educandos, sem exceções. Entretanto, coloca-se ênfase naqueles aos quais foi negado o acesso ao conhecimento ao longo da história. No caso da declaração citada, esta dá especial atenção aos estudantes que fazem parte do público-alvo da Educação Especial, os quais são considerados pelas normativas nacionais como sendo os educandos com deficiência, transtornos globais de desenvolvimento e superdotação (Brasil, 2008).

Além dos documentos internacionais, a necessidade de promoção da Educação Inclusiva alcança as normativas nacionais. O desenvolvimento de pesquisas que buscam construir práticas de ensino que procurem atender a todos os educandos, é uma necessidade ressaltada pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBIPD) (Brasil, 2015). Pensando no papel do professor como aquele que concede acesso ao conhecimento historicamente construído, parte-se da concepção sociopsicológica da deficiência, proposta por Vigotski (1997), a qual reconhece que o educando tem possibilidade de aprender e construir o conhecimento científico, desde que haja outras vias de acesso a este conhecimento, sem ser as vias mais comumente utilizadas nas práticas educativas (Facci, 2004; Vigotski, 2011).

No aspecto educacional, é importante apontar a valorização do sentido visual no que diz respeito à construção da química como ciência praticada e ensinada, ou seja, sobre como ela é historicamente reconhecida (Schwan; Neto, 2011). A cromatografia é um método que não foge dessa realidade, uma vez que sua característica mais marcante se dá pelo reconhecimento de compostos pelas suas cores (Silver, 2020). Outro momento na cromatografia em que este fato é reconhecido é quando se recorre às diferentes formas de se evidenciar visualmente a presença de compostos incolores a olho nu na mistura, empregando-se reveladores, seja de forma física (por ultravioleta) ou química (quando é utilizado iodo para evidenciar a presença dos compostos em separação) (Antonio; Amancio; Rosset, 2018). Mostrando assim, a importância da visualidade para esse método.

Esta valorização reflete-se no ensino em exemplos como o de Dias *et al.* (2003), quando evidenciam o quanto as cores, visualmente perceptíveis, motivam os estudantes

durante a aula de química. Entretanto, é necessário reconhecer que recorrer de maneira praticamente exclusiva ao sentido visual é capaz de dificultar a compreensão de conceitos científicos, como ressaltam Fernandes, Hussein e Domingues (2017). Segundo as autoras, essa dificuldade se estende a educandos com e sem deficiência visual. No caso específico da prática proposta, os alunos envolvidos mostraram dificuldades de entendimento referente à distinção entre os conceitos de transformações físicas e químicas, uma vez que se pautaram apenas no referencial visual para observar os experimentos realizados naquele contexto.

O mesmo acontece no contexto das ciências de maneira geral, que tem seus conceitos associados quase completamente à aprendizagem a partir do sentido da visão (Amaral *et al.*, 2009). Nessa perspectiva, é necessário encontrar maneiras de tornar esse conhecimento acessível a estes estudantes, fazendo isso de modo a torná-lo significativo para todos os educandos (Facci, 2004), independente da presença de deficiências, de modo a desfazer a ideia de que a ciência, e, em particular, a química e seus métodos são visuais por natureza (Soler, 1999). Neste contexto, é importante partir do conceito de acessibilidade, muito bem definido na Lei Brasileira da Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBIPD) (Brasil, 2015) nos seguintes termos que constam no artigo 3º inciso I:

I – acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, *informação e comunicação*, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida (grifos nossos) (Brasil, 2015, s/p).

Isto é, a Educação Inclusiva atribui ao meio social, e mais especificamente, às pessoas e estruturas que o compõem, uma maior responsabilidade sobre a condição social da pessoa com deficiência (Sassaki, 2005; Camargo, 2012). Se aplicada a definição de acessibilidade para o contexto da relação ensino-aprendizagem de ciências, nota-se que ela é alcançada a partir de três pontos importantes: O primeiro consiste no fato de ser o professor o principal responsável por conceder ao seu aluno acesso ao conhecimento científico (Facci, 2004); o segundo, consequência do primeiro, envolve a responsabilidade da escola neste contexto e o terceiro menciona a acessibilidade dos conceitos científicos.

No primeiro ponto, ressalta-se que cabe ao profissional docente tornar possível a apropriação do conhecimento humano por parte de todo e qualquer educando (Facci,

2004), independente de deficiências, como propõem as diretrizes de documentos relacionados ao compromisso com a proposta da Educação Inclusiva assinados pelo Brasil, a exemplo da Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994).

Com relação ao segundo ponto, compreende-se que, no contexto escolar, as instituições educacionais e seus membros têm a responsabilidade de encontrar meios para ensinar esses estudantes, o que implica em um esforço para compreender as limitações e potencialidades da característica de cada um deles, possibilitando este processo de apropriação conceitual (Vigotski, 1997; Camargo, 2012).

Assim, é possível alcançar o terceiro ponto, da acessibilidade, que consiste em dois eixos: o primeiro envolve a perspectiva de que a ciência pode e deve ser compreendida e ensinada a partir de todos os sentidos e não unicamente a partir da visão (Soler, 1999). O segundo está diretamente ligado ao primeiro, uma vez que envolve a perspectiva dos recursos didáticos como formas de representação dos fenômenos científicos (Camargo, 2012).

No contexto da deficiência visual, é possível pensar na perspectiva tátil visual, que torna possível a apropriação dos conceitos científicos veiculados no recurso tanto para quem enxerga, valorizando a visão, quanto para quem não enxerga, destacando o tato (Camargo, 2012). Essa compreensão pode superar a ideia que leva os professores e educandos a crerem que a ciência é visual (Amaral *et al.*, 2009), quando o fato mais importante consiste na sua veiculação majoritária a partir desta via sensorial, inacessível para educandos com deficiência visual (Camargo, 2012).

4. O desenho universal e a Didática Multissensorial como princípios norteadores da elaboração da proposta

Relacionado à ideia da acessibilidade, está o conceito de desenho universal, tratado da seguinte forma na LBIPD:

Art. 3º -II - desenho universal: concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva (Brasil, 2015 s/p).

Dessa forma, o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) está relacionado com pesquisas ligadas ao campo da Neurociências sobre o entendimento de como o ser humano aprende e por essa razão é aplicado a todos alunos. Assim, pode ser usado pelos docentes como um guia para oportunizar a aprendizagem de todos os estudantes, respeitando suas diferentes características. Por este motivo, o conceito central do DUA é

a flexibilidade (Bettio *et al.*, 2021). Se considerado o contexto educacional, o conceito do Desenho Universal pressupõe a construção de práticas de ensino nas quais todos os alunos possam estar contemplados, sem a necessidade de separar os estudantes com deficiência em ambientes específicos, ou seja, sem criar um contexto de segregação (Sasaki, 2005, 2009). Entende-se aqui o ambiente como aquele que abrange a organização física, a abordagem metodológica e os recursos didáticos, entre outros (Sasaki, 2005; Bettio *et al.*, 2021). Quando aplicado ao ensino na área de Ciências da Natureza, o DUA apresenta flexibilidade e acessibilidade quanto às atividades, abrangendo a prática pedagógica e o processo de ensino-aprendizagem de todos os alunos em sala de aula (Costa; Bastos, 2021; Gonçalves, 2019).

É importante ressaltar que as aulas vão para além dos recursos didáticos, sendo estes importantes apoios da prática pedagógica (Souza, 2007), mas que são alicerçados nos referenciais sensoriais presentes na argumentação do professor (Camargo, 2012). Neste contexto, é importante que o docente chame a atenção aos referenciais sensoriais diversos, levando em conta as diferenças de texturas, sons e até gostos, quando for o caso, de modo a promover associações entre os conceitos estudados e todos os demais sentidos, não unicamente à visão (Soler, 1999; Camargo, 2012).

Pensando nessa perspectiva, o principal norte do planejamento de aula proposto no contexto deste artigo é a Didática Multissensorial proposta por Soler (1999), que se vincula com o conceito de desenho universal, na medida em que pressupõe a criação de um ambiente de aprendizagem comum a todos os estudantes, independente de eles terem ou não deficiência, tal e como será comentado nos parágrafos seguintes.

A Didática Multissensorial propõe a utilização de todos os canais sensoriais para a construção do conhecimento, excedendo o que é usualmente trabalhado nas aulas convencionais de Ciências, a visão e a audição. Soler (1999) apresenta uma perspectiva de trabalho que estimula o indivíduo de forma integrada, de corpo inteiro para seu processo de aprendizagem, como descreve:

O tato, a audição, a visão, o paladar e o olfato, podem atuar como canais de entrada de informações cientificamente muito valiosas na observação. Estes dados informativos, apesar de terem entrado por canais sensoriais distintos, tem um destino comum: nosso cérebro; é aqui onde estas informações se inter-relacionam adquirindo um significado único que é o que aprendemos. (Soler, 1999, p. 18).

Ou seja, o educando busca informações não limitadas a um único sentido para serem associadas ao conhecimento científico. Essa perspectiva reflete uma aprendizagem

mais completa, pois as ações didáticas tornam-se convenientes para alunos com deficiências sensoriais ou não, reforçando de forma integrada a todos os conceitos desenvolvidos em aula (Tavares; Camargo, 2010).

Isso implica dizer que práticas fundamentadas nessa perspectiva não atingem unicamente educandos com deficiência visual, mas sim a todos os demais, independente de deficiências quaisquer, como propõe o eixo principal das práticas de Educação Inclusiva proposto pela Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994). Nesse sentido, essa percepção busca expandir a compreensão do próprio conhecimento científico no sentido da relação dos seus conceitos e significados com os diversos canais sensoriais humanos (Soler, 1999; Camargo, 2012).

De acordo com Soler (1999), trabalhar com base na multissensorialidade envolve trabalhar aspectos tais como a lógica, a observação, a experimentação, a análise, a síntese, a curiosidade e a descoberta, a imaginação, criatividade e invenção, bem como a descrição verbal e a leitura, utilizando os diversos canais de recepção de informação, ou seja, os cinco sentidos. Quando se utiliza mais de um canal sensorial no processo de aprendizagem, se amplia a recepção de informações, o que torna a aprendizagem mais significativa.

Sem sombra de dúvidas, a perspectiva da Didática Multissensorial favorece o processo de inclusão, seja em escolas de ensino regular, em salas comuns, como em escolas especiais. Essa perspectiva não pressupõe um aumento na quantidade de conteúdos no currículo, mas uma adaptação dos recursos didáticos e da dinâmica da sala de aula de modo a incluir todos os educandos. Em tal sentido, vai ao encontro do conceito de desenho universal cunhado nos documentos oficiais (Brasil, 2015), por pressupor um ambiente universal de aprendizagem, sem segregar aqueles estudantes com deficiências. Com esse embasamento teórico, foi construída a proposta que é apresentada e descrita na seguinte seção.

5 Proposta de plano de aula: cromatografia em giz e o “cromatorama”

Primeiramente, é necessário esclarecer que, na perspectiva conceitual, os recursos aqui desenvolvidos foram norteados especialmente pela proposta de Gonçalves et al (2013). Isso implica que se propõem duas maneiras de se pensar no processo de separação da cromatografia: a sua construção experimental e a sua representação. Ou seja, procura-se tornar em primeira instância a prática experimental da cromatografia acessível a partir

do desenvolvimento de descrições do processo, as quais serão traduzidas em uma representação construída na perspectiva tátil visual.

Assim sendo, este planejamento busca trazer, através da perspectiva inclusiva, uma proposta de ensino que envolve a compreensão de conceitos relativos à técnica de cromatografia. Isto será feito não só com a aproximação cotidiana envolvida neste conteúdo (Bizzo, 2002), mas principalmente por tratar de métodos como a cromatografia pensando naqueles que conhecem, reconhecem e têm sua atenção atraída pelas cores, bem como para aqueles que não as conhece ou distinguem muito pouco delas.

A proposta de planejamento em questão envolve uma aula de tempo total de 100 minutos (o que comumente se conhece no contexto escolar como “aula dobradinha”), sendo considerada uma turma de aproximadamente 40 alunos do 1º Ano do Ensino Médio em contexto de inclusão, onde pode haver educandos com deficiência. Ressalta-se que se pensa em uma escola regular pública que tem aparelho de projeção disponível para utilização.

O conteúdo principal da proposta envolve o processo de cromatografia. Sendo assim, os objetivos da aula são: compreender o processo de separação de moléculas pela cromatografia, relacionando-a com a polaridade e solubilidade. Partindo das perspectivas de Krasilchik (2008), as modalidades didáticas que compõem este planejamento são: Aula expositiva, discussão e demonstração, além de uma simulação/ jogo do “Cromatorama” (Figura 1).

A estratégia didática elaborada no contexto deste planejamento possui três eixos importantes: os recursos utilizados, a disposição espacial da turma ao longo da aula e a fragmentação da aula no aspecto dos conceitos tratados. Como material de apoio tem-se: um aparelho de projeção conectado ao computador, quatro canetas hidrocor com cores distintas (preta, verde, laranja e vermelho) e o recurso didático desenvolvido para a efetivação dessa proposta, o “Cromatorama”. Quanto à organização espacial, propõe-se a divisão da turma em 4 grupos de 10 alunos.

No que diz respeito à divisão da prática propriamente dita, propõe-se que esteja dividida em duas partes. A primeira teria duração de aproximadamente 50 minutos, e contaria com o desenvolvimento inicial que envolve a separação das cores pela cromatografia. A segunda, por sua vez, compõe os outros 50 minutos da aula que englobaria o desenvolvimento do cromatorama e os esclarecimentos da sua relação com a cromatografia.

A primeira parte compõe-se de uma aula expositiva e a realização de um experimento com o apoio do professor, que esclarecerá sobre os materiais utilizados e os procedimentos a serem seguidos. Procura-se desenvolver explicações em torno da relação entre os pigmentos e o cotidiano por cerca de 10 minutos. Neste momento, ressalta-se a presença dos pigmentos no cotidiano dos alunos, como por exemplo, pigmentos naturais, presentes em vegetais, como o β -caroteno presente na cenoura (pigmento laranja ou avermelhado) e a clorofila, fundamental às plantas na realização da fotossíntese, concedendo a elas a cor verde (Sadava *et al.* 2009; Reece *et al.* 2015), também se fazendo presente em materiais como corantes (Atkins; Jones, 2012).

Os esclarecimentos e dúvidas sobre o experimento também é de aproximadamente 10 minutos e busca demonstrar como é realizada a separação de misturas, no caso a separação dos pigmentos/ cores pelo processo da cromatografia em giz. A produção audiovisual em questão levanta explicações sobre os procedimentos do experimento e a lógica da cromatografia, bem como indagações para serem discutidas na aula. Em seguida, propõe-se desenvolver uma discussão sobre o processo, especialmente na relação entre as fases móvel e estacionária, eluente, polaridade, adsorção, capilaridade e solubilidade por um período de aproximadamente 10 minutos. Sugere-se que os grupos deixem registradas suas respostas em papel para posterior entrega. O educando com deficiência visual registrará suas considerações a partir do registro em braille. Caso não possua o domínio deste sistema de escrita, uma opção é o docente prestar apoio ao aluno, pedindo que faça suas considerações verbalmente, as quais serão registradas pelo professor em papel ou em meio digital.

A parte final deste momento tem em torno de 30 minutos e deve ser realizado o experimento, bem como sua discussão. Propõe-se que cada grupo escolha uma caneta hidrográfica entre as seguintes cores: preta, verde, laranja ou vermelho e realize a cromatografia com seu respectivo giz. Estes dados podem ser registrados pelos alunos a partir de um quadro, exemplificada na tabela 1, que considera um experimento feito pelos autores deste artigo; ressalta-se que a fase móvel utilizada no contexto dessa prática experimental foi o álcool etílico comum (Etanol 46°INPM).

Cor Situação final	Preto	Verde	Laranja	Vermelho
<i>Chegou na frente</i>	Roxo	Amarelo	Subiu apenas laranja	Subiu apenas vermelho
<i>Chegou depois</i>	Preto	Azul		

Tabela 1: A síntese da corrida das cores

Fonte: Os autores (2020).

A proposta de discussão do experimento ressalta as seguintes questões: por que o laranja e o vermelho não se dividiram? Vocês esperavam isso? O raciocínio fundamental envolve questionar o fato de as cores serem formadas ou não por um único pigmento, uma vez que parecem como tal, como acontece com o laranja por exemplo, uma cor secundária formada pelas cores primárias vermelho e amarelo. É possível discutir as possibilidades de os componentes da cor laranja terem o mesmo grau de afinidade com a fase móvel, logo não se dividiram, assim, seria interessante a escolha de outra fase móvel para separar esses pigmentos.

Nota-se na tabela 1 que o pigmento que “chegou depois” (ou seja, o que menos eluiu) foi o próprio preto. Considerando que as cores deveriam se separar, percebe-se um problema no processo experimental que envolve a eficiência da fase móvel. Este aspecto é importante porque propõe uma discussão em torno dos materiais e procedimentos realizados na prática.

Nesse momento, passa-se à segunda parte da aula, propondo-se a aplicação do cromatograma (figura 1). Inicia-se com a explicação sobre o funcionamento e as respectivas estruturas do cromatograma.

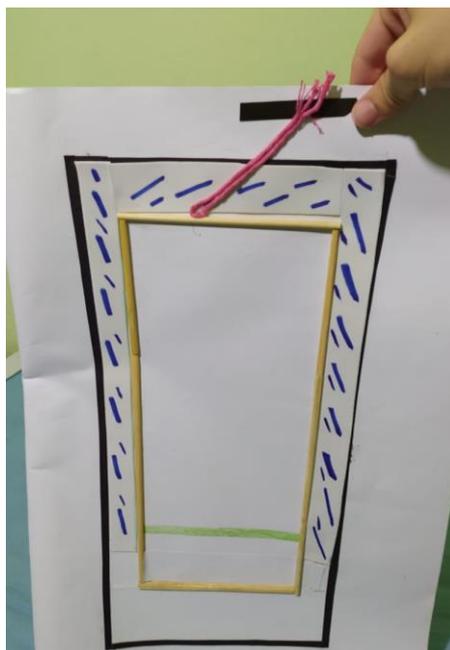


Figura 1: Cromatorama

Fonte: Autores (2020).

É importante lembrar do aspecto representativo do recurso didático (Camargo, 2012), que aponta para o fato de que o cromatorama pode ser entendido como uma tradução do processo de cromatografia em um “autorama” (ou “pista de corrida”). As analogias propostas no recurso didático são esclarecidas na tabela 2:

<i>Objeto cotidiano</i>	<i>Elemento da analogia relacionado</i>	<i>Elemento conceitual da representação</i>
Barbante rosa + fita isolante preta	Final da pista	Suporte da fase estacionária
E.V.A. com faixas azuis (textura macia e relevo canelado)	Ambiente exterior a corrida	Interior da Cuba Cromatográfica
Papel cartolina branco (textura lisa)	Pista do cromatorama	Fase estacionária
Hachi japonês de madeira	Limite da pista do cromatorama	Limite da fase estacionária
Papel com escrita braile	Combustível dos carrinhos	Fase móvel
Faixa verde (papel rugoso)	Linha de partida da cromatografia	Ponto de aplicação
Rolinho amarelo (marcações triplas em Braille)	Carrinho amarelo	Pigmento amarelo
Rolinho azul (marcações duplas em Braille)	Carrinho azul	Pigmento azul
Faixa amarela	Rastro deixado pelo carrinho amarelo	Distância percorrida pelo pigmento amarelo

Faixa azul	Rastro deixado pelo carrinho azul	Distância percorrida pelo pigmento azul
------------	-----------------------------------	---

Tabela 2: Analogias propostas no cromatorama

Fonte: Autores (2022).

Cabe ressaltar o aspecto multissensorial de alguns elementos do cromatorama. Propõe-se que a diferenciação entre a representação do interior da cuba cromatográfica e a fase estacionária do cromatorama ocorra na percepção tátil visual. Nesse sentido, considera-se que a fase estacionária tem uma textura lisa, conferida pelo papel branco e o interior da cuba tem uma textura macia e com relevo canelado, conferida pelo E.V.A., sendo suas faixas azuis desenhadas para conferir a diferença visual deste elemento da cromatografia. Uma alternativa à representação é utilizar um E.V.A. em uma cor diferente, para que a distinção visual fique mais clara. A faixa verde, que marca o ponto de partida do cromatorama, foi feita com um papel rugoso, de textura diferente à cartolina utilizada.

Assim sendo, é importante abordar com mais clareza os aspectos conceituais das analogias propostas (Silver, 2020). Quanto maior a aderência do composto com a fase estacionária, mais tempo ele demora a cruzar a pista. Dessa forma, seguindo o raciocínio inverso, quanto maior for a afinidade do componente com a fase móvel, mais rápida será sua travessia pelo percurso. Dessa forma, este último vencerá a corrida.

A fase móvel, que consiste no solvente presente no processo da cromatografia, é marcada pelos pontos em Braille (figura 2). A analogia proposta envolve pensar nesta representação relacionando-a ao combustível que move os carrinhos, ou seja, a maior afinidade com esta fase move os carrinhos mais rápido. As marcações feitas nos “carrinhos” (figura 3) estão relacionadas com este aspecto.



Figura 2: A fase móvel representada pelos pontos da escrita Braille

Fonte: Autores (2020).

Os carrinhos do cromatorama são representados por rodinhas de papel da cor que acompanhará o eluente, sendo a rodinha azul para cor azul e rodinha amarela para cor amarela (figura 3), que formam a cor verde, que marca a linha de partida da cromatografia, pigmento a passar pelo processo de separação. As marcações feitas nas rodinhas representam sua afinidade com a fase móvel, ou seja, quanto mais marcações há no carrinho, mais afinidade este tem com a fase móvel. Nota-se que o carrinho amarelo tem seções com três marcas cada e o azul tem seções com duas marcas cada, o que implica na maior afinidade do pigmento amarelo com a fase móvel e maior afinidade do azul com a fase estacionária.

Ressalta-se que as marcações em Braille foram feitas com reglete e punção (dispositivos para escrita Braille). Para que não haja confusões na compreensão do recurso, é importante ressaltar aos alunos que as marcações não dizem respeito a letras ou símbolos alfabéticos, mas sim a representações do eluente (fase móvel) e à afinidade de cada pigmento com este eluente.

Há a possibilidade de usar outras representações para a fase móvel, substituindo a representação desenvolvida com o Braille. Um caminho possível é realizar marcações no papel como furos ou riscos em relevo e representá-la nos carrinhos de maneira análoga, ou seja, a cor com mais afinidade à fase móvel seria representada com mais marcações e a que tiver mais afinidade à fase estacionária com menos marcações.



Figura 3: As rodinhas do cromatorama com as marcas em Braille demarcando a afinidade com a fase móvel

Fonte: Autores (2020).

Partindo dessas descrições, nota-se que a cor vencedora será a amarela, como mostra a figura 4. Isso ocorre porque o pigmento com mais afinidade à fase móvel se adere a ela com mais facilidade e alcança mais rapidamente a linha de chegada (Atkins; Jones, 2012, p. 381).

Quanto ao recurso didático propriamente dito é importante, por fim, ressaltar alguns aspectos. O cromatorama apresenta contrastes táteis, que chamam a atenção para

as estruturas observadas no processo real. Como apontam Cerqueira e Ferreira (2000), os contrastes são relevantes para o educando com deficiência visual no contexto de construção de recursos, seja pelas cores para aqueles com baixa visão, seja das texturas, para os cegos.

Quanto ao aspecto da mediação, a orientação é para que os alunos recebam o recurso didático como disposto na figura 1, com a estrutura montada e realizem a corrida segundo os resultados do experimento, evidenciando algo semelhante ao mostrado na figura 4. Propõe-se que os alunos registrem a marca em Braille com a reglete segundo a marca presente nos carrinhos (três marcas para o pigmento amarelo e duas para o pigmento azul), deixando a marca do rastro com lápis da cor correspondente. Isso possibilita o desenvolvimento de um registro tátil e outro visual no contexto desta atividade didática proposta. Outra possibilidade é produzir os carrinhos já de acordo com sua afinidade com a fase móvel, de modo que, quando esticado o rolinho, ele expresse o quanto o pigmento caminhou no cromatorama, deixando claro quem venceu a corrida.

O aspecto lúdico, ainda que não configure necessariamente a ideia do jogo (Huizinga, 2005) se estabelece nesses parâmetros, na tentativa de pensar sobre a “cor vencedora” e o que levou a sua vitória, trazendo os conceitos de fase móvel e estacionária. O professor deve estimular os grupos e todos os alunos a construírem a representação.



Figura 5: Cromatorama com a “corrida” entre as cores amarela e azul

Fonte: Autores (2020).

Nessa perspectiva, a proposta em questão busca caminhar sobre os princípios da multissensorialidade (Soler, 1999). Dessa forma, um caminho possível para a ação do

professor na prática é dialogar com cada um dos grupos, retomando a experiência realizada no momento anterior da aula.

Pensando na perspectiva da multissensorialidade, é interessante estimular aos estudantes a realizar as relações entre as marcas em Braille e a marca deixada pela fase móvel. Um caminho para efetivar essa relação é dialogar com os grupos no sentido de referenciar-se às outras analogias já presentes no recurso ou mesmo indagar: “*Como você faria para perceber a presença do pigmento, sem precisar vê-lo?*”, buscando relacionar as marcações em Braille com a afinidade dos pigmentos com a respectiva fase móvel. Propõe-se que essa forma de mediação alinhe os conceitos trabalhados aos elementos utilizados na analogia, relacionando-os através de diferentes vias sensoriais, passando do visual ao tátil.

Como forma de avaliação, se sugere que o professor solicite registros sobre o experimento realizado, considerando o grau de compreensão teórica a partir de tais registros, como por exemplo, quais cores se dividiram e quais não. O estudante com deficiência visual participará deste momento considerando seu envolvimento através da sua percepção sobre a prática, focalizando a sua atenção à relação entre as marcações feitas em Braille e à afinidade dos pigmentos com a fase móvel, estabelecida através da analogia. Dessa forma, avalia-se a fidelidade da representação feita pelos estudantes a partir do cromatorama.

O trabalho neste formato é importante porque envolve o aspecto conceitual, superando os conhecimentos cotidianos e se aproximando da compreensão dos conhecimentos científicos (Vigotski, 2001). Isso ocorre na medida em que se desenvolve, durante a prática, uma mediação que tenha a intencionalidade de apropriação do conhecimento teórico histórica e socialmente construído (Freire; Bernardes, 2017).

Por fim, ressalta-se a relevância do registro para a prática docente. Segundo Madalena Freire (1996, 2008), sua importância se revela na possibilidade de reflexão, que proporciona avanços importantes tanto por parte do professor em constante formação quanto para o aluno.

6 Conclusões e implicações

Esta proposta de plano de aula sobre cromatografia com base na multissensorialidade pode ser de grande relevância para que muitos estudantes tenham condições de se apropriar dos conhecimentos científicos abordados no contexto dessa

proposta. É importante ressaltar que este planejamento pode ser executado de formas diversas, inclusive levando-se em consideração um tempo mais longo para sua aplicação.

Como propõe Camargo (2012), é possível chamar a atenção para o ensino da ciência para além da visão, o que é relevante para todos os alunos, não apenas para os educandos com deficiência. Isso porque não se abdica dos referenciais visuais, apenas não se propõe a ensinar utilizando apenas este referencial (Soler, 1999).

A importância desse aspecto envolve a perspectiva da acessibilidade educacional e metodológica pensada por Sasaki (2005). Estes princípios se encaminham de forma positiva quando se propõe a construção de práticas didáticas em contextos inclusivos em que se envolva o público-alvo da Educação Especial (Brasil, 2008) junto a todos os seus colegas no contexto de uma turma regular. É possível associar este aspecto da inclusão à proposta do cromatorama de forma a atender um grande público, independente de deficiências e, permitindo todos estes alunos se apropriem dos conceitos desenvolvidos neste contexto.

Prosseguindo o raciocínio, é fundamental pensar na construção social e coletiva do conhecimento através do processo de ajuda (Vigotski, 2001). Essa perspectiva é fundamental no contexto do trabalho em grupo e em colaboração, no sentido de todos conhecerem o propósito do que se realiza e de caminhar juntos para realizar os objetivos que se pretendem serem alcançados (Damiani, 2008).

Contextos como estes ainda se propõem a trabalhar o ramo da acessibilidade atitudinal (Silva; Piassi, 2019, 2020). Sasaki (2005, p. 23) aponta que este ramo da educação inclusiva é aquele que atua no sentido de “sensibilização e de conscientização”, superando “preconceitos, estigmas, estereótipos e discriminações” (Sasaki, 2005, p. 23).

Vigotski (2011) aponta que as crianças com deficiência aprendem por caminhos diversos, diferentes daqueles que usualmente são aplicados nas práticas voltadas anteriormente apenas para os alunos considerados “normais”. A Didática Multissensorial (Soler, 1999) aplicada a partir de práticas como o “cromatorama” em disciplinas correlatas a área de Ciências da Natureza se tornam muito importantes neste contexto.

Dessa forma, se promove uma convivência inclusiva, que ultrapassa a integração (Sasaki, 2005). Isso implica na compreensão de todos os estudantes sobre a importância e necessidade de entender as necessidades de seus colegas com deficiência, na possibilidade e necessidade de aprender com eles e ensiná-los também (Gonçalves *et al.*, 2013; Fernandes; Hussein; Domingues, 2017).

Esta proposta tem bastante potencial e pode ser encaminhada de diversas maneiras. Para além de contextos de Ensino Médio que envolvam alunos com deficiência visual, é possível propô-la em contextos de Ensino Fundamental, tendo cuidado com a abordagem dos conceitos. Também é possível trabalhar essa prática em oficinas que envolvam o desenvolvimento de práticas inclusivas com licenciandos em química e ciências. O desenvolvimento de oficinas também é uma opção no contexto do trabalho com educandos de ensino básico em centros de ciências ou museus que abordem a temática da cromatografia em algum de seus programas.

Finalmente, algumas pesquisas podem ser desenvolvidas durante e após a implementação da proposta, avaliando a sua pertinência por meio de entrevistas realizadas a estudantes com deficiência visual, complementadas com observação participante nos contextos em que ela for aplicada.

Referências

- ALCANTARA-GARCIA J.; SZELEWSKI M. Peak Race: An In-Class Game Introducing Chromatography Concepts and Terms in Art Conservation. **J. Chem. Educ.**, Washington DC, v. 93, n. 1, p. 154–157. 2016.
- AMARAL, G. K.; FERREIRA, A.C.; DICKMAN, A. G. Educação de estudantes cegos na escola inclusiva: O ensino de Física. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18*, 2009, Vitória-ES. **Atas**. Vitória- ES: 2009. P. 1-8. Disponível em <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/index.htm>>. Acesso em: 23, mar. 2020.
- ANTONIO, D. C.; AMANCIO, L. P.; ROSSET, I. G. Biocatalytic Ethanolysis of Waste Chicken Fat for Biodiesel Production. **Catal Lett**, s/l, v. 148, s/n, p.3214-3222. 2018.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química-Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5 ed. Porto Alegre- RS:Bookman. 2012.
- BEDOR, D. C. G. Desenvolvimento e validação de métodos bioanalíticos para dosagem de antimicrobianos em plasma humano. 2007. 60 f. Dissertação (mestrado) – Ciências Farmacêuticas, **Universidade Federal do Pernambuco**, Recife, 2007.
- BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; BONOMO, F.A.F.; VARGAS, G.N.; ARAUJO, R.J. de S.; ALVES, D.R. A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 39, n° 3, p. 245-249, agosto 2017.
- BETTIO, C. D. B.; MIRANDA, A. C. A.; SHMIDT, A. **Desenho universal para a aprendizagem e ensino inclusivo na educação infantil**. 1ª Edição. Ribeirão Preto: FFCLRP-USP. 2021.
- BIZZO, N. **Ciências: Fácil ou Difícil?**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Ática. 2002.

BRASIL (2015). **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Brasília: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.

BRASIL (2008) - **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva** (Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão: MEC/SECADI). 15p.

BRASIL (2018)- **Base Nacional Comum Curricular- A Base**. Brasília- DF. 595p.

CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física** [online].1 ed. São Paulo: Editora UNESP. 2012. Disponível em:<<http://books.scielo.org/id/zq8t6/pdf/camargo-9788539303533.pdf>>. Acesso em 17 de abril de 2019.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Recursos didáticos na educação especial. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro RJ, s/v, n. 15, p. 1-6. 2000.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Fundamentos de Cromatografia**. 1ª Edição. Campinas: Editora da Unicamp. 2010.

COSTA, E. L. da.; BASTOS, A. R. B. de. Desenho universal para a aprendizagem no ensino de ciências: estratégias para o estudo do sistema digestório. IV Congresso Internacional de Educação Inclusiva e Jornada Chilena Brasileira de Educação Inclusiva, 2021, Campina Grande-PB. **Anais**. Campina Grande-PB: 2021, s/p. Disponível em:<<https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-do-iv-cintedi>>. Acesso em: 13 jul. de 2023.

COUTO A. B.; RAMOS, L. A.; CAVALHEIRO, E. T. G. Aplicação de pigmentos de flores no ensino de química. **Química nova**, São Paulo-SP, v. 21, n. 2, p. 221-227, 1998.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educ. rev.**, Curitiba-PR, s/v, n. 31, p. 213-230. 2008.

DARIM, L.P.; GURIDI, V.M.; CRITTELLI, B.A. A multissensorialidade nos recursos didáticos planejados para o ensino de Ciências orientado a estudantes com deficiência visual: uma revisão da literatura. **Revista Educação Especial**, Santa Maria -RS, v. 34, p. 1- 28, 2021

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes naturais: extração e emprego como indicadores de pH. **Química Nova na Escola**, São Paulo, s/v, n. 17, p. 27-31. 2003.

DONG, F. M.; IWAOKA, W. T. Next steps. **Journal of Food Science Education**, Chigago, IL, v. 20, n. 4, p. 116-118. 2021.

DUARTE, C. C. C., OSHIRO, L. C. S., CARVALHO, L. P. de, BENEDETTI FILHO, E.; SOUZA, J. A. de. Química para além da visão: Uma proposta de material didático para ensinar química para deficientes visuais. **Revista ELO- Diálogos em Extensão**, Viçosa, v. 8., n. 2, p. 42-50. 2019.

FACCI, M. G. D. O trabalho do professor na perspectiva da psicologia vigotskiana. In: FACCI, M. G. D. (Org.) **Valorização ou esvaziamento do trabalho do professor?**. 1ª Edição, Campinas-SP: Autores Associados, 2004. p. 195-250.

FERNANDES, T. C.; HUSSEIN, F. G. R. S.; DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. **Química Nova na Escola**, São Paulo-SP, v. 39, n. 2, p. 195-203. 2017.

- FRACETO, L. F.; LIMA, S. L. T. Aplicação da cromatografia em papel na separação de corantes em pastilhas de chocolate. **Química nova na Escola**, São Paulo-SP, s/v, n. 18, p. 46-48. 2003.
- FREIRE, M. **Observação, Registro e Reflexão. Instrumentos Metodológicos I**. 2ª Edição. São Paulo: Espaço Pedagógico, 1996.
- FREIRE, M. **Educador**. 10ª Edição. São Paulo: Paz & Terra, 2008.
- FREIRE, S. B.; BERNARDES, M. E. M. A mediação do conhecimento teórico - filosófico na atividade pedagógica: um estudo sobre as possibilidades de superação das manifestações do fracasso escolar. **Obutchémie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia - MG, v. 1, n. 2, p. 310-329. 2017.
- GONÇALVES, F. P.; REGIANI, A.M.; AURAS, S.R.; SILVEIRA, T.S.; COELHO, J.C.; HOBMEIR, A.K.T. Educação Inclusiva na Formação de Professores e no Ensino de Química: A Deficiência Visual em Debate. **Química Nova na Escola**, São Paulo-SP, v. 35, n. 4, p. 264-271. 2013.
- GONÇALVES, U. T. de V. Desenho Universal para a Aprendizagem no ensino de Ciências da Natureza na perspectiva inclusiva. 2019. 108 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Ciências da Natureza, **Universidade Federal do Pampa**, Dom Pedrito-RS, 2019.
- GURIDI, V.M.; DARIM, L.P.; CRITTELLI, B. Reflexões acerca da didática multissensorial aplicada ao ensino de ciências para pessoas com deficiência. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 32, n. extra, p. 171-180. 2020.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens**. 5ª Edição. São Paulo. Perspectiva. 2005.
- IWASHINA T. Contribution to flower colors of flavonoids including anthocyanins: a review. **Natural product communications**, Thousand Oaks, CA, v. 10, n. 3, p. 529–544. 2015.
- KHOO H. E; PRASAD, K.N.; KONG, K.-W.; JIANG, Y.; ISMAIL, A. Carotenoids and Their Isomers: Color Pigments in Fruits and Vegetables. **Molecules**, Basel, Suíça, v. 16, n. 2, p. 1710-1738. 2011.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª Edição. São Paulo: Edusp. 2008.
- LORKE J.; SOMMER K. Teaching chromatography in secondary school – an investigation concerning grade, context, content, experiments and media. **Problems of Education in the 21st Century**, Siauliai, Lituânia, v. 19, p. 63-69. 2010.
- MLODZINSKA, E. Survey of Plant Pigments: Molecular and environmental determinants of plant colors. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, Cracóvia, Polônia, v. 51, n. 1, p. 7–16. 2009.
- MOREIRA, S. G.; FABRIS, H.; RADINZ, I.H.R.; RAMOS, J.V. J. Elaboração de roteiros experimentais para processos de separação de misturas. **Revista Ifes Ciências**, Vitória-ES, v. 6, n. 1, p. 1-17. 2021.
- PACHECO, S.; BORGUINI, R. G.; SANTIAGO, M. C. P. A.; NASCIMENTO, L. S. M.; GODOY, R. L. O. História da cromatografia líquida. **Revista Virtual de Química**, Niterói-RJ v.7, n. 4, p. 1225-1271. 2015.

- REECE, J.B.; URRY, L.A.; CAIN, M.L.; WASSERMAN, S.A.; MINORSKY, P.V.; JACKSON, R.V. **Biologia de Campbell**, 10^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. 1442p.
- RIFFEL, A; COSTA, J. G. da. Os voláteis de plantas e o seu potencial para a agricultura, Aracaju: **Empraba Tabuleiros Costeiros**, 2015.
- SADAVA, D.; HELLER, H.C.; ORIAN, G.H.; PURVES, W.K.; HILLS, D.M. **Vida: A ciência da Biologia v.1 Célula e hereditariedade**. 8^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 461p.
- SASSAKI, R. K. Inclusão: O Paradigma do Século XXI. **Inclusão- Revista da Educação Especial**, Brasília: MEC/SEESP, v. 1, n. 1, p. 19-23. 2005.
- SASSAKI, R.K. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, Ano XII, mar./abr. 2009, p. 10-16.
- SCHWAHN, M. C. A.; NETO, A. S de A. Ensinando química para alunos com deficiência visual: uma revisão de literatura. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8, 2011, Campinas-SP. **Atas**. Campinas-SP: 2011, s/p. Disponível em <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/index.htm>. Acesso em: 21 set. 2019.
- SILVA, F. T. S.; MEINHART, A. D.; TEIXEIRA, R. S.; NORA, L. Método para separação de clorofilas e carotenóides de couve por cromatografia em coluna com materiais de fácil acesso: ferramenta para promoção e incentivo ao ensino de química. In: XXIII ENPÓS – Encontro de Pós-Graduação, 2021, Rio de Janeiro-RJ. **Anais**. Rio de Janeiro-RJ: 2021, s/p. Disponível em: <https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/CA_02020.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SILVA, R. T.; PIASSI, L. P. C. A inclusão de pessoas idosas com deficiência visual na difusão científica. **EDUCA – Revista Multidisciplinar em Educação**, Porto Velho-RO, v. 6, n. 16, p. 299-323. 2019.
- SILVA, R. T; PIASSI, L. P. C. Como os jovens universitários enxergam os idosos com deficiência visual?. **Textura**, Canoas- RS, v. 22, n. 49, p. 142-166. 2020.
- SILVA, T.S.; LANDIM, M.F. Tendências de pesquisa em Ensino de Ciências voltadas a alunos com deficiência visual. **Scientia Plena**. Vol. 10. n.04. p. 1-12, 2014.
- SILVER, J. Let Us Teach Proper Thin Layer Chromatography Technique!. **J.Chem. Educ.** Washington DC, v. 97, n. 12, p. 4217-4219. 2020.
- SOLER, M. A. M. Didáctica multisensorial de las ciencias- Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales y también sin problemas de visión. **Ediciones Paidós Ibérica S.A.** 1999.
- SOUZA, S. E. I. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arq.Mudi**, Maringá-PR, v. 11. (Supl.2). p.110-114. 2007.
- TAVARES, L. H. W.; CAMARGO, E. P. de. Inclusão Escolar, Necessidades Educacionais Especiais e Ensino de Ciências: Alguns Apontamentos. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 1-8, 2010.
- TRINDADE, I. T. M.; YAMASHITA, E.F.R.; SILVA, L.P. da; SOUZA, E.A.; CORREA, G.M.; CARMO, D. F. de M. Aprendendo química no ensino médio através da separação de pigmentos por cromatografia em camada delgada. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais-PR, v. 7, n. 1, p. 3008-3018. 2021.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Declaração de Salamanca**. 1994.

VIEGAS, J. C.; BOLZANI, V. DA S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Quim. Nova**, São Paulo-SP, v. 29, n. 2, p. 326-337. 2006.

VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas V: Fundamentos de defectologia**. Visor Dis., S.A. Traducción: BLANK, J.G. Madrid, 1997.

VIGOTSKI, L.S. Desenvolvimento dos conceitos cotidianos e científicos na idade escolar. In: VIGOTSKI, L. S. **Psicologia Pedagógica**, 1ª Edição, São Paulo: Martins Fontes. 2001, p. 517-545.

VIGOTSKI, L. S. A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. **Educação e Pesquisa**, São Paulo-SP, v. 37, n. 4, p. 863-869. 2011.

Recebido em: 08 de junho de 2023

Aceito em: 10 de abril de 2024