

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA

**FOTOGRAFIA ANALÓGICA E DIGITAL VOLTADA AO ENSINO DE
QUÍMICA.**

QUÍMICA, LUZ, CÂMERA, AÇÃO!
Oxidando e reduzindo memórias.

MOAB VICTOR VERÇOSA CAVALCANTE

MAIO
2023

MOAB VICTOR VERÇOSA CAVALCANTE

**FOTOGRAFIA ANALÓGICA E DIGITAL VOLTADA AO ENSINO DE
QUÍMICA.**

QUÍMICA, LUZ, CÂMERA, AÇÃO!
Oxidando e reduzindo memórias.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química Licenciatura no Instituto de Química e Biotecnologia na Universidade Federal de Alagoas, como um dos requisitos parciais para obtenção do título de Químico Licenciado.

Orientador: Profa. Dra. Edma Carvalho de Miranda.

MAIO
2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

C377f Cavalcante, Moab Victor Verçosa.
Fotografia analógica e digital voltada ao ensino de química – Química,
luz, câmera, ação! Oxidando e reduzindo memórias / Moab Victor Verçosa
Cavalcante. - 2023.
93 f. : il. color.

Orientadora: Edma Carvalho de Miranda.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química:
Licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e
Biotecnologia. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 91-93.

1. Química (Ensino médio). 2. Fotografia. 3. Sequência didática. I. Título

CDU: 54 : 77

“O caráter mágico das imagens é essencial para a compreensão das suas mensagens. Imagens são códigos que traduzem eventos em situações, processos em cenas. Não que as imagens eternalizem eventos; elas substituem eventos por cenas. E tal poder mágico, inerente à estruturação plana da imagem, domina a dialética interna da imagem, própria a toda mediação, e nela se manifesta de forma incomparável” (Flusser, 1985, p. 7).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e o Universo por ter me dado a determinação, paciência, sabedoria e saúde para superar as dificuldades inerentes a este processo e por ter me guiado na de realização deste trabalho.

Agradeço a minha dinda, Vera Lucia, por sempre se preocupar com meus estudos, me apoiando e dando a estrutura necessária para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

Agradeço a minha professora, Edma Carvalho de Miranda, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho, pelo empenho, pela confiança e por ter aceitado este desafio comigo.

Agradeço ao meu melhor amigo, Maurício Sousa, que desde o começo da minha graduação esteve presente em todos os momentos, tanto fora quanto dentro do meio acadêmico.

Agradeço ao meu professor e amigo, presente este ganhado pela arte da fotografia, Gabriel Moreira, que graças a sua paixão pela profissão pude aprender com ele inúmeras técnicas e a trazer sentimentos para cada foto registrada.

*“...Quando você é jovem, eles assumem
que você não sabe nada ...” – Taylor A.
Swift*

RESUMO

A conexão entre estas duas unidades, química e fotografia, vem desde os primórdios até os dias de hoje quando o mundo se tornou digital e as fotos estão cada vez mais em mídias virtuais e/ou em redes sociais do que impressas passando por todo processo antigo. Levando em consideração a orientação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de ensino, que contempla alguns dos conteúdos químicos trabalhados no Ensino Médio, está sendo proposto um experimento baseado em um conteúdo químico presente nos processos fotográficos. Um ponto bastante importante a ser destacado nesta proposta é a interdisciplinaridade que ocorre com a química e as outras disciplinas que envolvem todo o processo criativo e fotográfico que serão estudados, como por exemplo: história, física, arte e filosofia. Tendo como base essa interdisciplinaridade, foi desenvolvida uma sequência didática ao fim deste trabalho, com o propósito de unir a química e a fotografia como base para trabalhar a temática de oxirredução entre as turmas da segunda série do ensino médio.

Palavras chaves: química, fotografia analógica, fotografia digital, educação, interdisciplinaridade, curiosidade, BNCC, ensino médio.

ABSTRACT

The connection between these two-unit, chemistry and photograph, comes since the beginnings until today when the world to turned digital and the photos are each day in virtual medias and/or in social medias then printed ones, going through the old process. Considering the orientation of the National Common Curricular Base (BNCC) for teaching, which includes some of the chemical contents worked on in High School, it is proposing an experiment based on a chemical content present in photographic processes. A very important point to be highlighted in this proposal is the interdisciplinarity that occurs with chemistry and other disciplines that involve the entire creative and photographic process that will be studied, such as: history, physics, art and philosophy. Based on this interdisciplinarity, a didactic sequence was developed at the end of this work with the purpose of uniting chemistry and photography as a basis for working on the theme of oxidoreduction between the classes of the second grade of High School.

Keywords: chemistry, analog photography, digital photography, education, interdisciplinarity, curiosity, BNCC, high school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reflexo dos coqueirais no mar.....	14
Figura 2 - Lente proposta por Girolamo Cardano e câmara escura utilizada no período renascentista.....	19
Figura 3 - Primeira fotografia capturada (1826).....	21
Figura 4 - Panorama de Paris, registrado por Daguerre (1838).	23
Figura 5 - Daguerreótipo (1837).....	24
Figura 6 - Negativo e Positivo (1935).....	25
Figura 7 - Primeira fotografia colorida (1861).	29
Figura 8 - Rolo de filme Kodak 35mm.....	31
Figura 9 - Câmera Yashica analógica médio formato.	32
Figura 10 - Câmera analógica Minolta 35mm.....	33
Figura 11 - Câmera Polaroid 635CL.....	34
Figura 12 - Fotografia retirada com kodachrome - Londres (1949).	34
Figura 13 - Sony cyber shot 7.2 megapixels.....	36
Figura 14 - Canon EOS Rebel T3.....	37
Figura 15 - Espectro Magnético Visível da luz.....	39
Figura 16 - Decomposição da luz branca.	40
Figura 17 - Modelos de comportamento de sombras.	41
Figura 18 - (a) Reflexão Especular. (b) Reflexão Difusa.	42
Figura 19 - Etapas de desprotonação da hidroquinona. K_a é uma constante de equilíbrio que exprime o grau de dissociação para a respectiva reação de equilíbrio químico.....	46
Figura 20 - Etapas de desprotonação do metol. K_a é uma constante de equilíbrio que exprime o grau de dissociação para a respectiva reação de equilíbrio químico.....	46
Figura 21- Semi-reações de redução da p-benzoquinona (1) e do ión prata (2) e reação de redução da prata Redução dos íons de prata na presença do íon difenolato (3). $E_{1/2}^{20}$ indica o potencial de redução de meia onda do composto a 20°C e E^{20} indica o potencial de redução a 20°C.....	47
Figura 22 - Estrutura 1: Citrato de amônio e ferro (III) - ferrocianeto de potássio	52
Figura 23 - Grafico 1: Distribuição de tamanho dos cristais de haleto de prata (A) em uma emulsão positiva lenta e (B) em uma emulsão negativa rápida.....	57
Figura 24 - Fórmula estrutural da celulose.....	59
Figura 25 - Diagrama de composição para ésteres mistos de celulose dos ácidos acético e butírico, ilustrando o uso destes como base para filmes.....	62
Figura 26 - Reação de polimerização do acetato de vinila.....	64
Figura 27 - Polimerização do estireno.....	64
Figura 28 - Reação de síntese do polietileno tereftalato.....	66
Figura 29 - Reação de síntese do bisfenol-A.....	67
Figura 30 - Reação de síntese de um policarbonato a partir do bisfenol-A.....	67
Figura 31 - Processo de revelação da fotografia.....	81
Figura 32 - Quarto escuro com fotos penduradas para secagem.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação entre os compostos de prata e sua sensibilidade aos diferentes tipos de radiação.....	50
---	----

LISTA DE TERMOS E SIGLAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular.

Litografia: nome que vem de *lithos*, “pedra” e *graphein*, “escrever”, vem a ser um método de impressão desenvolvido no final do século XVIII por Aloys Senefelder, no qual a imagem é desenhada sobre uma base, geralmente de calcário, conhecida como pedra litográfica. O desenho é feito com materiais gordurosos, como lápis, bastão e pasta, e a pedra é então tratada com soluções químicas e água, de modo a fixar as áreas oleosas do desenho sobre a superfície. A impressão da imagem é obtida por meio de uma prensa litográfica que desliza sobre o papel. Por se tratar de um processo bastante flexível, a pedra litográfica pode ser substituída por chapas de plástico ou metal – particularmente de zinco –, e o desenho pode ser realizado com pena ou pincel.

Pirogalol: Pirogalol, ácido pirogálico ou 1,2,3-benzenotriol é um composto químico aromático, com fórmula $C_6H_6O_3$. É um fenol, derivado do benzeno pela substituição de três átomos de hidrogênio, em carbono adjacentes, por hidroxilas. É usado para absorver o oxigênio.

Printing-out: método de impressão no qual a imagem torna-se inteiramente visível pela ação direta da luz, sem que haja a utilização de quaisquer compostos químicos.

Developing-out: método de impressão no qual a imagem torna-se inteiramente visível pela ação indireta da luz, mediante a utilização de haletos de prata e de outros compostos químicos, gerando uma imagem monocromática.

Van Dyke: processo também conhecido como marrom van Dyke, emprega citrato férrico juntamente a nitrato de prata para sensibilizar o papel no qual a imagem será formada, proporcionando imagens em tons marrons que lembram as obras feitas pelo pintor flamenco Anton Van Dyck nos anos de 1600.

Kalitipia: processo que emprega oxalato férrico juntamente a nitrato de prata para sensibilizar o papel no qual a imagem será formada, proporcionando imagens em diferentes tonalidades: sépia, marrom, azul e preto, dependendo do agente químico revelador utilizado.

Cromóforo: grupo químico capaz de absorver seletivamente a radiação luminosa, resultando na coloração de certos compostos orgânicos.

Diazótipo: fotografia ou fotocópia produzida sobre uma superfície (como o papel) por meio do revestimento desta superfície com uma solução contendo um composto diazo, que sofre decomposição na porção exposta à radiação luminosa e, na parte não exposta, é convertido em uma imagem colorida formada por meio da utilização de uma solução alcalina ou amônia gasosa.

Diazônio: composto contendo o grupo N_2^+ ($R-\overset{\oplus}{N}\equiv N$), no qual R é um radical.

Alandramento: processo no qual é utilizado um conjunto de cilindros, chamado de calandra, destinados a acetinar ou lustrar papel ou tecidos. A calandra também pode ser entendida como uma máquina utilizada para curvar ou desempenar chapas de metal.

Pancromático: um filme pancromático é um tipo de filme fotográfico em preto e branco sensível a todos os comprimentos de onda do espectro visível. Sendo assim, um filme pancromático produz uma imagem bastante realista de uma cena.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.1.1 Objetivos específicos	16
3 JUSTIFICATIVA.....	17
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
4.1 FOTOGRAFIA AO LONGO DAS ERAS.....	18
4.2 Através da luz e da ótica: a visão da fotografia	39
4.3 Revelando novas percepções: a química da fotografia.....	44
4.3.1 Processos com elementos e compostos	50
4.4 Emulsão fotográfica.....	55
4.4.1 Gelatina	56
4.4.2 Fabricação e propriedades de filmes, chapas e papéis	57
4.4.3 Celulose.....	58
4.4.4 Nitrato de celulose.....	59
4.4.5 Diacetato de celulose.....	60
4.4.6 Mistura de ésteres celulóides	61
4.4.7 Triacetato de celulose	62
4.4.8 Resinas sintéticas	63
5 QUÍMICA E O CONTEXTO ATUAL PELA BNCC	69
6 PLANO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: DESPERTANDO A CURIOSIDADE, FOCANDO NA CAPTURA E EXPERIMENTANDO A REVELAÇÃO	78
6.1 Primeiro momento – a curiosidade.....	79
6.2 Segundo momento – o foco.....	83
6.3 Terceiro momento – a revelação.....	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
REFERÊNCIAS.....	91

1 INTRODUÇÃO

A fotografia implica no processo de desenhar com a luz. Ela permite a quase instantaneidade de registros de eventos, sendo hoje uma das melhores formas de se guardar os momentos bons e ruins para a posterioridade (MARTINS, 2007).

Sabemos que o ser humano, desde os primórdios de sua origem, vem gravando a sua vivência em forma de símbolos, pinturas e imagens as quais retratam vitórias sobre a natureza, conquista de novos horizontes ou a imponência de seus líderes. Esse processo de registro passou da pintura de cavernas às famosas pinturas (MESQUITA, 1997).

É desde antes de Cristo que a luz e seus fenômenos eram estudados por filósofos e entusiastas, sendo que um dos grandes nomes por trás destas descobertas nesse período foi Euclides (325 a.C. - 265 a.C.), importante matemático da Grécia Clássica. Conhecido por suas contribuições à Geometria, Euclides resolveu utilizá-la na Ótica, resultando na hoje chamada Ótica Geométrica, que basicamente estuda a formação de imagens, principalmente por meio de espelhos e de lentes. Ele postulou que a luz se movia em linha reta, posteriormente batizada como raio luminoso.

Devido à criação do conceito de raio luminoso, Euclides conseguiu descrever a formação de imagens em espelhos, utilizando para tal uma versão preliminar da Lei da Reflexão, descrita por ele com base em ideias de Aristóteles. Lei da Reflexão de Euclides: o ângulo de incidência de um raio luminoso é igual ao seu ângulo de reflexão. Euclides explicou a reflexão nos espelhos utilizando poucos raios luminosos para isso, chamados de raios luminosos principais. Um bom exemplo desse efeito de reflexão é a Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Reflexo dos coqueirais no mar



Fonte: Acervo Pessoal.

Pensando no exposto surgiu o questionamento: Como proporcionar experimentalmente a articulação entre os conteúdos de química e física em conjunto com uma abordagem histórica, a partir do tema fotografia, trazendo à tona à pessoa do aluno como construtor da sua aprendizagem no ensino de ciências? Para responder ao questionamento, fez-se necessária uma viagem analítica da história evolutiva do método fotográfico, proporcionando a análise do passado e uma adequação dos conteúdos provenientes do método da fotografia analógica para à aproximação do contexto social do aluno, que por sua vez possibilitou ao aluno intervir na construção de seu próprio conhecimento científico.

[...] é preciso que a educação esteja em seu conteúdo, em seus programas e em seus métodos - adaptada ao fim que se persegue: permitir ao homem chegar a ser sujeito, construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história [...] uma educação que liberte, que não adapte, domestique ou subjugué. (PAULO FREIRE, 2006, p. 45).

De acordo com Piaget (1920), as crianças possuem um papel ativo na construção de seu conhecimento, de modo que o termo construtivismo ganha muito destaque em seu trabalho. Tendo como ponto de partida a avaliação do conhecimento prévio dos alunos, promoveu-se a otimização das aulas se fazendo uso da temática fotografia, que possibilitou culminar na prática laboratorial de revelação fotográfica, revelando o interesse dos alunos por dinâmicas que diferencie a forma como as aulas são apresentadas atualmente no contexto escolar.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Abordar a linha do tempo da fotografia, desde a sua criação até os dias atuais e propor uma sequência didática/aula experimental abordando o conteúdo de oxido redução no ensino médio para segundo ano.

2.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Realizar uma revisão histórica das técnicas de fotografia frente a evolução tecnológica;
- b) Abordar como o processo químico e físico estão ligados a fotografia e explicar o processo da fotografia lecionados e direcionados na disciplina de química e física;
- c) Contextualizar o estudo dos conceitos Histórico e Social que os estudantes conhecem e abordar novas teorias e assuntos como, por exemplo, o neoclassicismo, que foi o período em que a fotografia foi criada;
- d) Diagnosticar quais as concepções prévias que os estudantes apresentam sobre o processo fotográfico;

3 JUSTIFICATIVA

A monografia trata da minha relação com a química e a fotografia que veio crescendo cada vez mais ao longo do tempo.

Desde o começo da minha jornada na faculdade de Química, em 2017, a maioria dos trabalhos que produzi estiveram, direta ou indiretamente, ligados a arte, mas no começo eu possuía um olhar mais contemplativo sobre ela. Achava que não podiam coexistir por serem de áreas tão distintas. Felizmente eu estava enganado e as fotografias analógica e digital ativaram o click para o encerramento desse ciclo.

Com o tempo, minha conexão com a fotografia foi ficando mais forte e os problemas enfrentados por ela se tornaram uma grande preocupação para mim. À medida que os períodos da faculdade iam avançando, mais complicado ficava correlacionar fotografia e química nas disciplinas abordadas.

Entretanto, no terceiro semestre de 2018, eu percebi que era possível fazer essa relação entre fotografia e química através da disciplina de projetos integradores, que abordou o tema de química forense. Aí foi o primeiro gatilho que me fez ver na prática a correlação entre a química e a fotografia.

O meu estudo sobre fotografia analógica e digital, em grande parte, se deu por livros (que inclusive usei como base de pesquisa teórica para este trabalho), mas o refinamento em si aconteceu por conta das aulas da escola Criativa. Graças a ela eu pude refinar e aperfeiçoar o meu olhar e minhas técnicas e, junto com o curso de química, poderei desenvolver aulas, tanto na parte analógica, com um caráter mais preciso e específico, como também na parte digital, ministrando as aulas teóricas sobre fotografia analógica e digital.

Para realizar o trabalho de conclusão de curso, resolvi continuar com a fotografia sendo o assunto principal do meu trabalho, mas dessa vez buscando apresentar a fotografia no contexto químico, mostrando desde o seu início até os dias atuais e por fim, mostrando como ela se encaixaria no ensino de química.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 FOTOGRAFIA AO LONGO DAS ERAS

“scribebat cum lumine”

A invenção da fotografia teve início com a descoberta da chamada câmara escura, que era constituída por um quarto fechado, de paredes brancas, com uma única abertura em uma das paredes.

Esta abertura possibilitava a entrada de raios solares e, com isso, havia a projeção da imagem de um objeto externo à câmara na parede interna dela. A imagem projetada aparecia de forma invertida na parede oposta à parede que continha a abertura, o que ocorria devido ao prisma contido no mecanismo da câmara escura.

No século XIV, a câmara começou a ser utilizada para auxiliar o desenho e a pintura. Em 1544 uma descrição detalhada da câmara escura e seus usos foi publicada pelo cientista napolitano Giovanni Baptista Della Porta, em seu livro *Magia Naturallis*. Leonardo da Vinci, um dos maiores expoentes renascentistas, chegou a descrever a câmara escura em seu livro de notas, mas sua descrição foi publicada após o ano de 1797.

Começou, então, uma tentativa de aprimoramento das imagens projetadas na câmara escura. Alguns passaram a diminuir o tamanho da abertura, mas, como consequência, a imagem projetada escurecia de maneira proporcional a esta diminuição. Ou seja, quanto menor a abertura, mais escura se tornava a imagem, o que dificultava sua identificação.

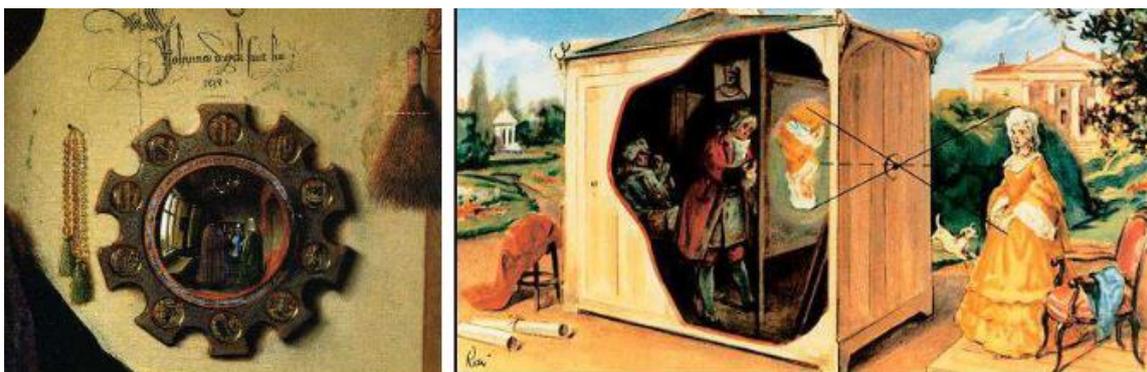
Este problema foi solucionado em 1550 por Girolamo Cardano, físico de Milão, que utilizou uma lente biconvexa juntamente à abertura, proporcionando a obtenção de uma imagem clara sem que fosse perdida a nitidez. ¹

¹Esta subseção teve como bibliografias os livros “Photography: The Whole Story” (DAVID CAMPANY, 2012) e “30-Second Photography” (BRIAN DILG, 2016), aqui expostos com o objetivo de evitar a exaustiva citação dos mesmos no decorrer do texto e facilitar a leitura, uma vez que o escrito neste tópico vem a ser uma compilação das informações presentes nestes livros.

O princípio físico envolvido neste evento foi a capacidade de refração do vidro, que permitiu que os raios luminosos refletidos pelo objeto externo à câmara se comportassem de maneira convergente. Assim, cada ponto luminoso proveniente do objeto formava um ponto de imagem na parede oposta à abertura. Então, ponto a ponto, a imagem completa do objeto era formada, como mostrado na Figura 2.

Todavia, um novo problema foi encontrado: quando a distância do objeto à lente era alterada, a imagem obtida perdia a nitidez. Se o objeto era colocado em uma posição fixa e a distância da lente ao objeto era alterada, na tentativa de focalizar o objeto, todo o restante da imagem perdia o foco. Se a lente era colocada em uma posição fixa e a distância do objeto à lente era alterada, o objeto perdia o foco, mas todo o restante da imagem era focalizado.

Figura 2 - Lente proposta por Girolamo Cardano e câmara escura utilizada no período renascentista.



Fonte: https://assets.passeiweb.com/wp-content/uploads/files/uploads/images/estudos/fotografia/2_camara_escura_04.gif. Acessado em 23/03/2023.

Diante desse problema, Daniello Brabelo mencionou, em 1568, no livro intitulado “A prática da perspectiva”, que a variação do diâmetro da abertura possibilitava a melhoria da nitidez da imagem, levando a mais um aprimoramento na câmara escura.

Um sistema que permitia controlar o tamanho da abertura foi instalado juntamente à lente: o diafragma. Quanto menor era a abertura, maiores eram as

chances de conseguir focalizar dois objetos que se encontravam a diferentes distâncias da lente. Assim, a câmara escura tornou-se menor e mais portátil.

No ano de 1727, Johann Heinrich Schulze descobriu que era possível escurecer uma solução de nitrato de prata ao expô-la à luz solar. Entretanto, a primeira tentativa de utilização da sensibilidade do nitrato de prata à luz para o propósito específico de obtenção de uma imagem sobre papel foi realizada por Thomas Wedgwood e Humphry Davy, em 1802.

Eles molharam papel e couro com solução de nitrato de prata, colocando sobre tais superfícies diferentes objetos e, em seguida, expuseram os materiais à luz solar. Deste modo, obtiveram as primeiras silhuetas, posteriormente chamadas de fotogramas. Todavia, alguns anos depois é que um físico francês, chamado Joseph Nicéphore Niepce, obteria verdadeiro destaque.

Nascido na Borgonha, Niepce obteve, em 1816, uma imagem utilizando papel sensibilizado, provavelmente com nitrato de prata, em uma câmara. Porém, ele foi incapaz de remover os sais de prata não expostos à luz e obter, então, uma imagem permanente.

Não conseguindo fixar a imagem, ele passou a utilizar asfalto para sensibilizar o papel ao invés de nitrato de prata, pois o asfalto se tornava insolúvel no solvente utilizado por Niepce após ser exposto à luz devido a sua matéria prima que era extraída de pântanos.

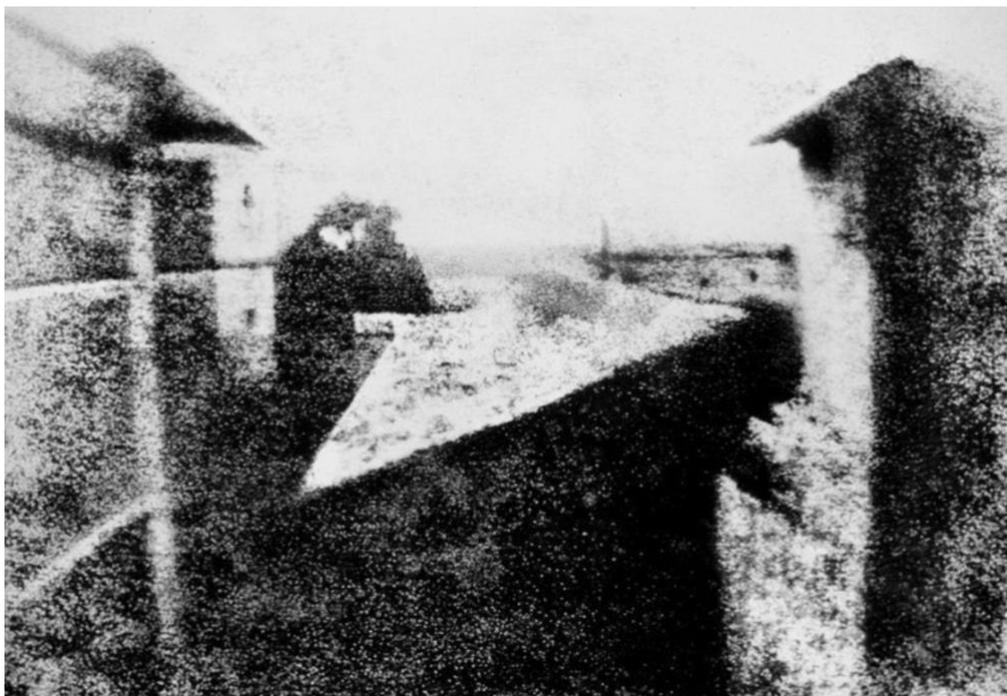
Após 1822, Niepce obteve êxito ao copiar uma gravação feita sobre papel transparente. Para tal, ele revestiu uma placa de vidro com asfalto e expôs a mesma à luz solar, juntamente com o papel transparente contendo a gravação que desejava copiar, de modo que a luz atingisse primeiro o papel e, posteriormente, a placa revestida. Para isto, a placa foi posicionada abaixo do papel.

Depois de algum tempo, o revestimento de asfalto solúvel (proveniente da parte de asfalto não exposta) foi removido com solvente e o asfalto referente à parte exposta, juntamente com a transparência resultante no vidro, deram origem à primeira imagem fotográfica permanente.

Entretanto, o objetivo central de Niepce sempre foi encontrar um modo de copiar desenhos e imagens feitas em pedra, por meio da litografia, ao invés de fazer tais cópias por meio de desenhos na pedra à mão.

Por volta de 1827, utilizando a câmara, Niepce entalhou placas de metal de maneira a produzir imagens em relevo e obteve impressões sobre papel feitas pela impressora Lemaitre, em Paris. Os resultados ainda eram rudes, porém encorajadores, pois com o resultado ele conseguiu capturar a primeira fotografia (Figura 3).

Figura 3 - Primeira fotografia capturada (1826).



Fonte:https://aventurasnahistoria.uol.com.br/media/uploads/view_from_the_window_at_le_gras_joseph_nicephore_niepce.jpg Acessado em 23/03/2023.

Contudo, em 1829, foi formada uma sociedade entre Niepce e o pintor parisiense Louis Daguerre, no intuito de melhorar o processo heliográfico, uma vez que o sistema utilizado até então era ainda inadequado para a fotografia comum.

Daguerre deu início a alguns experimentos com prata, na tentativa de produzir imagens positivas, apesar da descrença de Niepce no potencial do colega em produzir as mesmas. Entretanto a sociedade não durou muito tempo, já que Niepce morreu no ano de 1833.

No Brasil, o francês Hercules Florence realizou uma série de invenções. Ele viveu no país por 55 anos, na Vila de São Carlos, situada em Campinas, até sua morte.

No ano de 1830, Florence inventou seu próprio método de impressão de fotografias, chamado por ele de polygraphie. Com a meta de conseguir reproduzi-las por meio de um sistema de reprodução, pesquisou a possibilidade de utilizar a luz solar, descobrindo um processo fotográfico, que nomeou photographie, conforme descrito por ele próprio em seus diários, anos antes de Daguerre.

Em 1833, Florence utilizou uma chapa de vidro e papel sensibilizado para realizar a impressão por contato, fotografando através da câmara escura. Totalmente isolado de Niepce, Daguerre e Talbot, Florence obteve diversos resultados fotográficos, mesmo sem conhecimento dos feitos de seus contemporâneos europeus.

Em 1835, Daguerre guardou displicentemente em um armário uma placa de metal revestida com prata e sensibilizada com iodeto de prata, placa esta que, mesmo tendo sido exposta à luz anteriormente, não havia apresentado imagem alguma. No dia seguinte, ao abrir o armário, Daguerre observou sobre a placa uma imagem revelada.

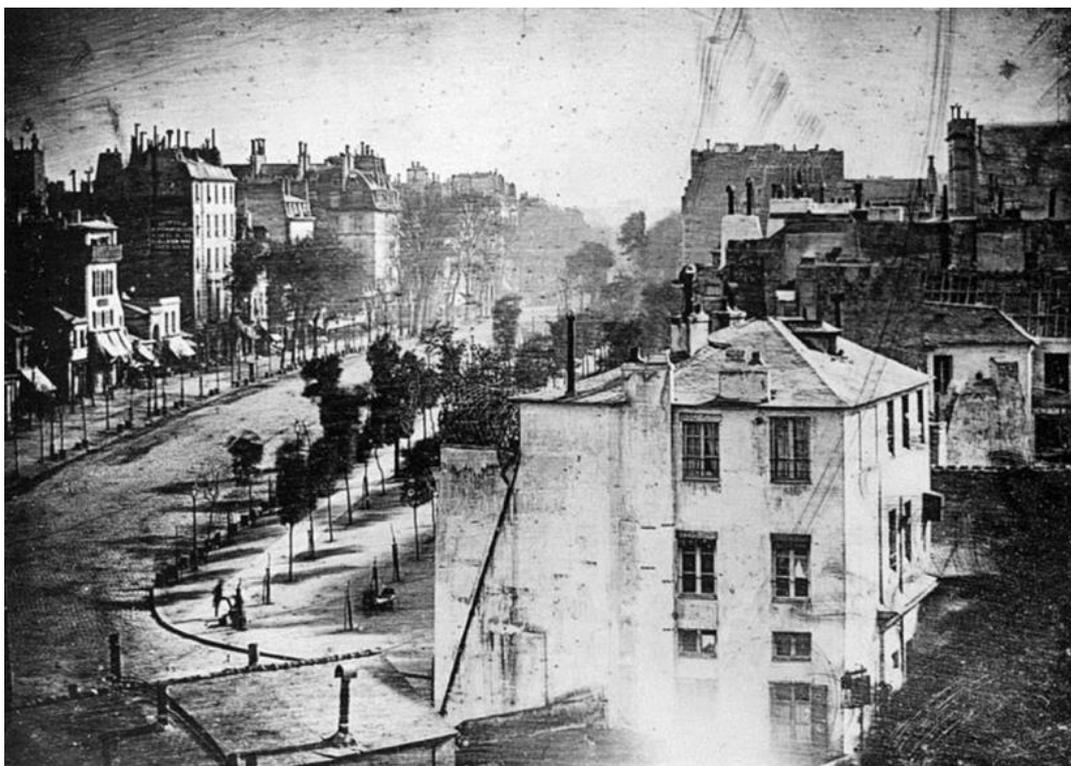
A partir de então, foi criada uma lenda acerca do agente revelador da imagem: o vapor de mercúrio, que seria originário de um termômetro quebrado, presente no interior do armário. Todavia, é bem mais provável que Daguerre tenha levado um certo tempo realizando alguns experimentos na busca de um agente revelador eficiente.

Daguerre já possuía seu processo padronizado no ano de 1837, no qual utilizava chapas de cobre sensibilizadas com prata e tratadas com vapores de iodo, revelando a imagem latente por exposição à ação do mercúrio aquecido. Para fixar a imagem, ou seja, mantê-la inalterável, bastava submergi-la em uma solução aquecida e concentrada de sal de cozinha.

Em 1839, com o aperfeiçoamento do processo, Daguerre nomeou as imagens obtidas de daguerreótipos, por se tratar de imagens bastante diferentes das obtidas nos primeiros trabalhos, realizados em conjunto com Niepce (Figura 4). Ainda neste mesmo ano, mais precisamente no mês de julho, Daguerre

vendeu sua invenção ao governo francês, em troca de uma pensão vitalícia de 6 mil francos.

Figura 4 - Panorama de Paris, registrado por Daguerre (1838).



Fonte: <https://1.bp.blogspot.com/-8ippae5HOqo/ToCEd8ME1JI/AAAAAAAAACks/Z1I9NcTG6So/s1600/Daguerreotipo.jpg>
Acessado em 23/03/2023

Os primeiros daguerreótipos não eram, de fato, de boa qualidade: as imagens eram invertidas, havia pouco contraste entre os tons e o tempo de exposição variava de 15 a 30 minutos.

Entretanto, em um curto período de tempo, foram feitos vários aperfeiçoamentos, entre eles a utilização do brometo de prata como acelerador, o que contribuiu para o aumento da sensibilidade das chapas; a adição de prismas à lente objetiva, que corrigiram a posição da imagem obtida; e a incorporação do ouro ao processo de fixação da imagem, no qual o brilho deste metal foi responsável por gerar o tom violáceo-escuro.

Figura 5 - Daguerreótipo (1837).



Copyright by WestLicht Photographica Auction 2

Fonte: [https://s2.glbimg.com/WF5Li6ROiFxFxKIM4br1hEdB2CGRA=/0x0:1700x1907/984x0/smart/filters:strip_icc\(\)/i.s3.glbimg.com/v1/AUTH_59edd422c0c84a879bd37670ae4f538a/internal_photos/bs/2017/I/O/8gyzHTQ9GEuqICEapFHg/foto12.jpg](https://s2.glbimg.com/WF5Li6ROiFxFxKIM4br1hEdB2CGRA=/0x0:1700x1907/984x0/smart/filters:strip_icc()/i.s3.glbimg.com/v1/AUTH_59edd422c0c84a879bd37670ae4f538a/internal_photos/bs/2017/I/O/8gyzHTQ9GEuqICEapFHg/foto12.jpg) Acessado em 23/03/2023

Foram desenvolvidas, então, novas máquinas fotográficas, que tornaram possível a obtenção de fotografias com 1/3, 1/4, 1/6 e 1/8 do tamanho da chapa original, que possuía as dimensões de 21,6 cm por 16,5 cm.

Contudo, uma das maiores inovações deu-se no ano de 1830, com a fabricação de uma lente dupla, também chamada de acromática, pelo matemático húngaro Josef Petzval.

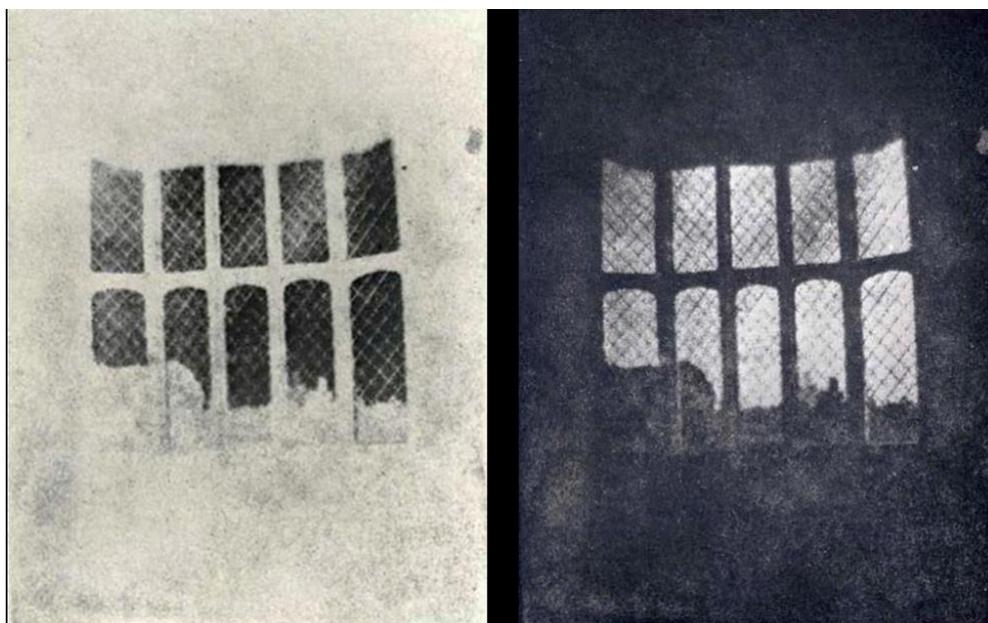
A lente de Petzval, formada por componentes distintos, era trinta vezes mais rápida do que a lente comumente utilizada – a lente de Chevalier – fato que foi responsável por uma enorme redução nos tempos de exposição. Foi, na realidade, a invenção desta lente que popularizou de modo imediato os daguerreótipos e, assim, a fotografia.

Até o momento, podemos dizer que a invenção certa ainda não tinha sido alcançada, já que os processos até então desenvolvidos proporcionavam a obtenção de apenas um positivo, ou seja, uma única fotografia. Porém isso isto

estava para mudar, pois o primeiro sistema desenvolvido para a produção de um número indeterminado de cópias, a partir da chapa exposta à luz, foi criado pelo inglês Fox Talbot, em 1839.

Talbot iniciou suas pesquisas em 1833, obtendo seu primeiro negativo em uma câmera, ao trabalhar com papel molhado com cloreto de prata, em 1835. O negativo mais antigo é o referente à janela de sua casa, em Lacock Abbey, Wiltshire (Figura 6).

Figura 6 - Negativo e Positivo (1935).



Fonte: <https://super.abril.com.br/wp-content/uploads/2018/07/56745d8682bee174ca0445a5primeira-foto1.jpeg> Acessado em 23/03/2023

Passariam ainda cinco anos até que ele descobrisse que, mediante a utilização de iodeto de prata, os tempos de exposição à luz poderia ser drasticamente reduzidos, passando para cerca de 1 minuto.

Entretanto, apenas nos anos de 1840 é que ele começou a fazer progressos palpáveis em suas pesquisas, após a invenção do daguerreótipo, e no dia 23 de setembro deste ano é que ele revelaria e copiaria seu primeiro calótipo (posteriormente chamado talbótipo).

No processo desenvolvido por Talbot, a calotipia, o papel negativo era encerado, de modo a tornar-se translúcido, sendo posteriormente colocado entre outros papéis fotossensíveis e exposto à luz, produzindo diversas imagens positivas. Todavia, as imagens produzidas eram bem menos nítidas e populares que os daguerreótipos.

Apesar disto, é atribuída a Talbot a descoberta do esboço da fotografia como conhecemos atualmente: “um processo negativo-positivo, baseado nas propriedades fotossensíveis dos sais de prata”.

Talbot previu, ainda, muitas das aplicações fotográficas que ainda estariam por vir, publicando algumas delas em seu livro “The pencil of Nature”, no qual disse: “Sinto alegria em ser o primeiro a transpor uma montanha” (DAVID CAMPANY, 2012, p. 31).

Nessa mesma época, sir John Herschel, astrônomo inglês, descobriu a eficiência do hipossulfito de sódio como agente químico fixador de imagens baseadas em prata. Foi ele, também, o responsável pelo processo conhecido como cianotipia – processo que confere a coloração azul ciano às fotografias – e pela utilização do termo “instantâneo”.

Todavia, o processo desenvolvido por Talbot acabou sendo superado em 1851, pelo escultor inglês Frederick Scott Archer. Archer desenvolveu o processo do colódio úmido, que se tratava do revestimento de uma placa de vidro, na qual havia um iodeto solúvel, com uma solução de nitrato de celulose (nitrocelulose), e cuja sensibilização era feita utilizando nitrato de prata. Antes da exposição à máquina fotográfica, a chapa era umedecida, sendo posteriormente revelada com pirogalol, sendo o mesmo um ácido para absorver o oxigênio ou um sal ferroso.

Este processo viria a substituir todos os processos anteriores, uma vez que possuía nitidez semelhante ao daguerreótipo e podia ser reproduzido como o calótipo, por se tratar de um processo negativo-positivo. Era, ainda, mais sensível à luz do que as técnicas anteriores, e o que possibilitava tempos de exposição de cerca de 5 segundos.

A descoberta do uso do colódio úmido deu-se em função da necessidade que os pesquisadores da época tinham em encontrar uma substância que possibilitasse a ligação de uma emulsão fotossensível a uma placa de vidro.

A ampla utilização do vidro era resultado do pensamento, por parte destes pesquisadores, de que o vidro era melhor do que o papel no suporte deste tipo de emulsão, uma vez que “não tinha textura, era uniformemente transparente, quimicamente inerte e mais barato que metal”.

Archer tentou, então, utilizar o colódio, uma solução de nitrocelulose em álcool que, por sua característica de ser pegajosa enquanto úmida e se tornar uma película seca e resistente quando seca, já vinha sendo utilizada para fechar cortes cirúrgicos há muitos anos.

Ele descobriu que o colódio era um bom agente fixador da emulsão no vidro, mas para que a fixação ocorresse, era necessário que a exposição e o processamento da placa fossem realizados enquanto o colódio ainda estivesse úmido e transparente.

O problema encontrado pelos fotógrafos, em decorrência da umidade do colódio, foi a necessidade de existência de um laboratório próximo ao local no qual fossem feitas as fotografias.

Alguns fotógrafos, como Julia Margaret Cameron e Gaspar Félix Tournachon, contornaram o problema construindo estúdios, sendo este último um dos primeiros a fotografar utilizando a luz elétrica e o responsável pela primeira fotografia em balão, em 1858.

Entretanto, a dificuldade ainda existia para os fotógrafos que saíam a campo. Apesar desta dificuldade, o fotógrafo francês Francis Frith não se deixou limitar, colocando em uma barcaça todo o aparato necessário para a utilização do colódio úmido e subindo o rio Nilo, de modo a trabalhar com as placas úmidas ferventes no calor do deserto, obtendo imagens das maravilhas do Egito.

Em 1852, o fotógrafo londrino Laroche moveu uma ação judicial sobre patentes contra Talbot, alegando que os processos químicos utilizados na caloitipia e os utilizados no colódio úmido eram idênticos em sua essência.

Talbot, que permitia que amadores e cientistas utilizassem seu processo livremente – mas exigia, assim como Daguerre, o pagamento de uma autorização –, mesmo contando com o apoio dos cientistas eminentes da época, acabou perdendo a ação. Contudo, os tribunais ingleses acabaram dando a prioridade da invenção a Talbot, após reivindicação do mesmo.

No ano de 1854, um sistema que tirava até dez retratos de uma só vez em uma única chapa foi patenteado por André Disderi, e nomeado carte-de-

visite. Revelando-se um excelente negócio, ganhou grande popularidade a partir de 1859, quando Napoleão III parou em frente à porta do estúdio de Disderi, quando conduzia suas tropas para fora de Paris a fim de lutar contra os austríacos, desejando tirar um retrato múltiplo.

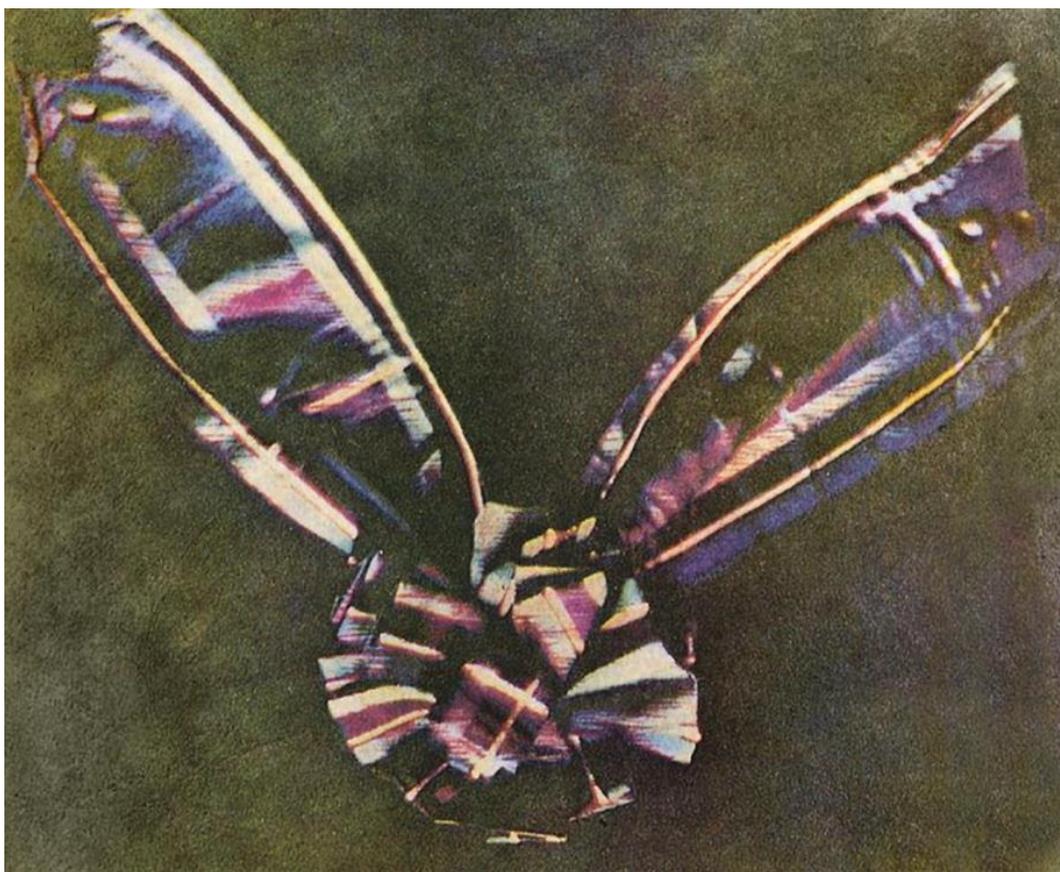
No ápice da mania da carte- de-visite, eram vendidas as cartes das celebridades aos montes. Com o crescimento do negócio, Disderi chegou a abrir filiais em Londres e em Madri, mas em 1890 “morreu cego, surdo e na miséria”.

Na década posterior à invenção do processo de colódio úmido, buscava-se acabar com o problema de levar o laboratório para o local da fotografia. Emulsões de colódio seco, apesar de não serem mais sensíveis do que as placas úmidas, começaram a ser utilizadas em 1865.

Foi o médico inglês Richard Leach Maddox, em 1871, quem inventou a primeira placa manipulável, na qual o colódio era substituído por uma emulsão de gelatina, que tinha a função de manter o brometo de prata no lugar, dando origem às primeiras placas secas. A comercialização da emulsão deu-se dois anos depois.

Estudos favoreceram, cada vez mais, o aumento da sensibilidade da emulsão gelatinosa, que agora permitia tempos de exposição de frações de segundo. As placas inicialmente desenvolvidas apresentavam sensibilidade apenas à luz azul, mas com o passar do tempo foram adicionados pigmentos ou sensibilizadores de cor, que capacitaram a sensibilidade da emulsão a mais cores do espectro visível, como na Figura 7.

Figura 7 - Primeira fotografia colorida (1861).



Fonte:

https://www.google.com.br/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fsuper.abril.com.br%2Fmundo-estranho%2Fquando-foi-tirada-a-primeira-foto-colorida%2F&psig=AOvVaw2huw62HUIIdTY4z_6hcUOm&ust=1681737635314000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCNj42oS_rv4CFQAAAAAdAAAAABAE Acessado em 23/03/2023

Além da Em 1877, já eram encontradas no mercado placas de alta sensibilidade, prontas para uso, que eram acondicionadas em caixas apropriadas. Assim, houve o fim da necessidade de untar as placas previamente à exposição, bem como de revelá-las imediatamente após a mesma.

Apesar das melhorias alcançadas, que tornaram possível até mesmo fotografar debaixo d'água, as placas ainda eram vítreas e, com isto, frágeis e volumosas.

Com a simplificação da técnica fotográfica, a chapa seca de gelatina proporcionou, principalmente, uma revolução no desenho das máquinas

fotográficas, reduzindo as mesmas em tamanho até o mínimo indispensável, como utilizado até os dias atuais.

Imediatamente, os fabricantes das máquinas reagiram à inovação e, nos 20 anos seguintes, o mercado foi tomado pelos mais variados formatos e tamanhos de máquinas fotográficas. Pouco tempo depois, a ampliação das imagens foi possibilitada pela utilização de papel com brometo.

Diante de todo esse contexto deu-se, então, a verdadeira revolução fotográfica, originada pela curiosidade e pelo talento de George Eastman. Aos 23 anos de idade, funcionário de um banco de Rochester, em Nova York, Eastman comprou seu primeiro equipamento fotográfico: o de colódio úmido, e começou a ter aulas com um profissional.

Com o crescente contato com o equipamento, ele foi tomado por uma crescente insatisfação no que dizia respeito ao processo do colódio, que considerava “confuso, trabalhoso e dispendioso” (BUSSELLE, 1979, p. 36). Em suas próprias palavras: “Parecia-me não ser necessário carregar tanto quanto uma mula de carga” (DAVID CAMPANY, 2012, p. 36). Eastman leu, então, um artigo publicado no *British Journal of Photography* acerca da emulsão fotossensível de gelatina, e decidiu experimentar aquele novo método.

Eastman já fabricava e vendia sua própria produção no ano de 1880, e em 1881 largou o emprego no banco para fundar a Eastman Dry Plate Company (Companhia Eastman de Chapas Secas).

William H. Walker, um fabricante de câmeras fotográficas, associou-se a Eastman na empresa em 1884, e juntos inventaram um acessório, na verdade um chassi, que era suficiente para 24 exposições e encerrava um rolo de papel montado sobre uma base protetora. Este acessório podia ser encaixado em qualquer máquina fotográfica padrão de fotos de chapa.

Todavia, Eastman ainda pretendia melhorar o processo. Sua ideia era elaborar um processo fotográfico no qual a pessoa apenas tirasse a foto, sendo o restante do processo fornecido por sua empresa. Após uma tentativa de considerável sucesso, em 1886, Eastman fundou a Kodak em 1888, empresa conhecida atualmente no mundo todo.

No ano de 1887, foram feitas as primeiras fotografias de movimentos em sequência, por Eadweard Muybridge, mediante a utilização de doze câmeras com obturadores eletromagnéticos e um circuito elétrico para o disparo. Foi esta

invenção e o trabalho posteriormente desenvolvido por Muybridge que proporcionaram, algum tempo depois, o surgimento dos filmes cinematográficos.

Em 1888, Eastman introduziu no mercado o filme de rolo, com uma base de papel revestida por gelatina e outros agentes químicos. Visando o mercado amador, seu lançamento foi uma câmera simples e pequena, de dimensões 9,2 cm x 7,9 cm x 16,5 cm, sendo que o chassi como um todo “encerrava um rolo de filme de 6,35 cm de largura” (DAVID CAMPANY, 2012, p. 36), possibilitando a obtenção de cem exposições circulares. Rápido como nunca visto, o novo material permitia o registro de cenas em movimento, sendo a única exigência a presença de um obturador instantâneo no equipamento. O obturador tinha formato cilíndrico, era armado por meio de um cordão e seu disparo era feito por um botão. Ao girar um pino, o filme era transportado no interior da máquina, e esta tinha apenas uma velocidade, igual a 1/25 segundo. Ela era composta, ainda, por uma abertura e uma lente objetiva retilínea com foco fixo.

Figura 8 - Rolo de filme Kodak 35mm.



Fonte: Acervo Pessoal.

Agora, de fato, bater a chapa era a única preocupação do fotógrafo, que enviava a máquina novamente à fábrica quando o filme estivesse completamente exposto e a fábrica lhe devolvia a mesma recarregada e com cem cópias montadas em um cartão.

A máquina custava 25 dólares na América do Norte e o serviço custava mais 10 dólares. O slogan: “Você aperta o botão, nós fazemos o resto” tornou a invenção da câmera um enorme sucesso pois, na opinião de Watt Brummitt, além de ser de fácil memorização a frase era também verdadeira.

Figura 9 - Câmera Yashica analógica médio formato.



Fonte: Acervo Pessoal.

Rapidamente começaram as inovações e aperfeiçoamentos do processo desenvolvido por Eastman, que considerava o custo do processamento do filme descartável muito alto. Foi então que um dos químicos de sua empresa, Henry M. Reichenbach, conseguiu aprimorar em 1889 o celulóide utilizado até então, que era espesso e tinha o formato de um filme plano.

Ele buscava encontrar um material que fosse, nas mesmas intensidades, transparente como o vidro e flexível como o papel. Nesse mesmo ano, os filmes

passaram a ser produzidos em celuloide transparente, tanto para a Kodak quanto para as demais máquinas com filme de rolo.

Figura 10 - Câmera analógica Minolta 35mm.



Fonte: Acervo Pessoal.

No ano de 1923, Eastman lançou no mercado o primeiro filme preto e branco, com 16 mm, na chamada câmera para cinema portátil Kodak. O filme podia ser carregado na câmera à luz do dia, e depois da exposição completa do mesmo ele era enviado para a empresa, que fazia o processamento reversível e devolvia pronto para projeção nas residências. A filmagem já havia se tornado, em 1924, tão fácil quanto tirar fotos, com um simples apertar de botão.

Buscando resultados também no referente a fotografias coloridas, Eastman desenvolveu, em 1941, o primeiro processo Kodakolor – diferente do filme existente atualmente, de mesmo nome –, que imediatamente se aproximou dos requisitos procurados. As melhorias continuaram, até que o processo da obtenção de fotografias a cores se tornasse tão simples quanto o da fotografia em preto e branco.

Em 1947, desenvolvida pelo físico americano Edwin H. Land, surge a Polaroid: a primeira câmera de fotografias instantâneas. A Polaroid em preto e branco foi criada em 1947, e a colorida em 1963.

Figura 11 - Câmera Polaroid 635CL.



Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 12 - Fotografia retirada com kodachrome - Londres (1949).



Fonte: https://flashbak.com/wp-content/uploads/2019/11/London_Kodachrome_by_Chalmers_Butterfield_edit-1200x826.jpg
Acessado em 23/03/2023

Por volta de 1980, Eastman já tinha começado a comercializar dois modelos de câmeras dobráveis e, no ano seguinte, foram introduzidas as que podiam ser carregadas à luz natural.

Apesar dos grandes progressos alcançados, Eastman ainda considerava os custos muito altos, conseguindo reduzi-los com a invenção do filme de rolo em cartucho, da chamada Kodak de bolso, em 1895. Ela era vendida por 5 dólares, e tinha dimensões bem menores: 5,7 cm x 5,7 cm x 7,8 cm, e tirava doze fotografias de 3,8 cm x 6,35 cm. Em 1897, um novo modelo que objetivava o aumento do tamanho das fotos surgiu, sendo também dobrável.

Para alcançar as pessoas de poder aquisitivo mais baixo, Eastman criou um modelo mais simples e barato, chamado de Bownie. A máquina era capaz de tirar fotos de qualidade, no tamanho de 6 cm x 6 cm, utilizando filme de rolo em cartucho. Seu custo era de 1 dólar, e esta pode talvez ser considerada a “máquina mais célebre da história” (DAVID CAMPANY, 2012, p. 36).

Com a fotografia ao alcance de toda a população, Eastman conquistava um novo mercado, que viria a alicerçar as áreas mais sofisticadas da fotografia. Nesta área, a primeira câmera composta por duas lentes objetivas, interligadas e de foco simultâneo, foi criada em 1880 por R. & J. Beck, e em 1888 S. D. McKellen criou a primeira máquina reflex, na qual o espelho era automaticamente deslocado durante a exposição.

Com isso, desde o começo do século XX, imperaram o aperfeiçoamento e o refinamento em detrimento de novas invenções. No final dos anos 1980 ocorreu o surgimento da fotografia digital, na qual a imagem é transformada em milhares de pulsos eletrônicos em um meio virtual, e a mesma pode ser armazenada em diversos tipos de mídia digital, como computadores, pendrives, cartões de memória, disquetes, CD-Rom etc.

Deste modo, imediatamente após a produção de uma fotografia digital, a mesma pode ser transmitida via satélite, por meio de um computador portátil ou telefone celular, proporcionando uma rapidez na comunicação, a qual não é disposta pela fotografia analógica, que depende de revelação em laboratório.

A maioria dos equipamentos digitais são automatizados, não permitindo o controle manual das ações e, apesar da existência dos equipamentos não-automatizados, os primeiros são mais economicamente viáveis à população.

Uma das diferenças dos equipamentos digitais, se comparados aos analógicos, é a comum não utilização do visor da câmera, já que em muitas máquinas existe a opção da visualização da imagem através da tela de cristal líquido presente na parte de trás da mesma.

Figura 13 - Sony cyber shot 7.2 megapixels.



Fonte: Acervo Pessoal.

A grande evolução do processamento digital das imagens foi a possibilidade de tratamento e transmissão destas no próprio local em que foram tiradas, o que modificou completamente o compartilhamento de informações, que foi também intensificado pelo advento da internet. Por exemplo, as coberturas jornalísticas se tornaram mais rápidas e passaram a cobrir um número maior de acontecimentos.

Com o surgimento das redes sociais, as pessoas passaram a compartilhar instantaneamente fotos de eventos nos quais estão presentes. A própria área de publicidade e propaganda foi modificada, na qual produtos e serviços que almejam ser vendidos pelas empresas são fotografados e recebem tratamento para melhorar seu aspecto, além da divulgação deles conseguir

atingir um maior número de pessoas, que acabam sendo, devido a este processo, mais facilmente convencidas a comprá-los.

Sendo assim, é possível observar que o processo de surgimento e evolução da fotografia foi dispendioso e complexo, mas muito rico por colaborar com o desenvolvimento de várias ciências, como a Química, a Física e a Matemática, contribuindo também para a evolução da tecnologia e influenciando a cultura mundial.

Figura 14 - Canon EOS Rebel T3.



Fonte: Acervo Pessoal.

Tendo em vista a popularização que a fotografia alcançou, não é surpresa a sua importância nas diversas esferas profissionais, desde o jornalismo até a medicina. No entanto, isto só foi possível devido à dedicação e empenho de vários estudiosos/pesquisadores que foram aperfeiçoando a técnica ao longo dos anos (KOSSOY, 2001).

Atualmente, no século 21, com a explosão das redes e mídias sociais, a fotografia tem um destaque muito importante, seja no meio pessoal ou profissional. Ela está ligada direta ou indiretamente a esses campos. Inclusive, novas profissões e estilos de vida surgiram como, por exemplo, influenciadores

digitais, social media e *storymakers*, entre outras que aflorarão nesse período digital.

Com esse grande avanço e toda essa mudança, a fotografia não ficou atrás e evoluiu junto, deixando de ser algo sazonal que servia apenas para registros históricos, para se tornar algo que passou a fazer parte das vidas das pessoas, do dia a dia, todos os dias.

“Não há, na arte, nem passado nem futuro. Arte que não está no presente nunca será arte.” – Picasso, Pablo.

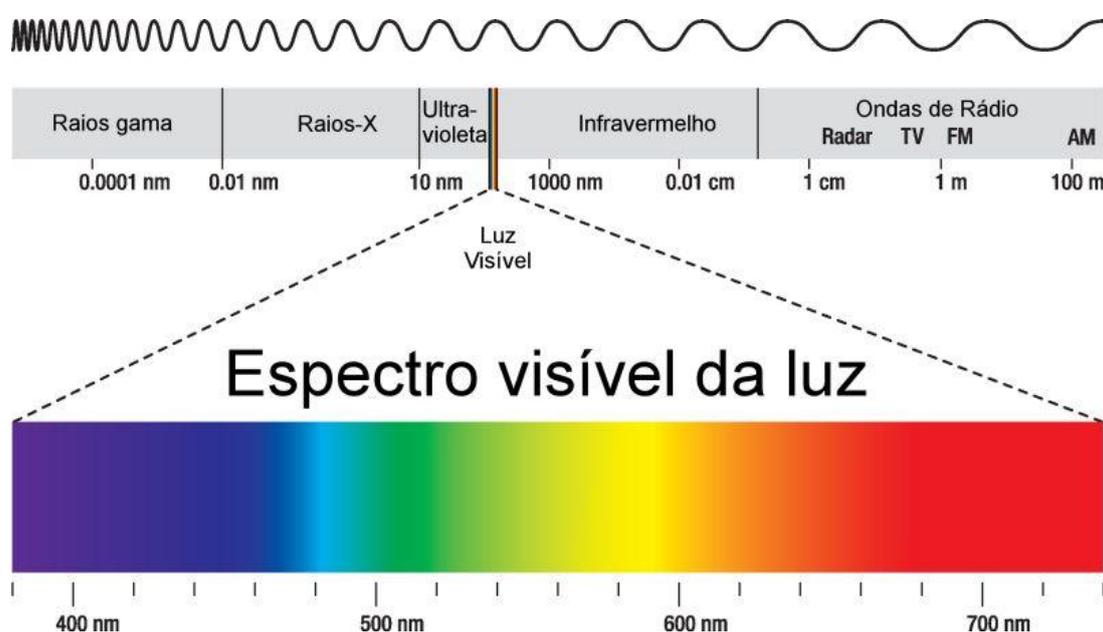
4.2 Através da luz e da ótica: a visão da fotografia

“A velocidade dos sonhos é infinitamente maior do que a velocidade da luz...” – Autor Desconhecido.

Para se compreender os processos decorrentes em uma fotografia, é necessário se fazer um breve estudo como ocorre o comportamento da luz em um ambiente escuro e como a imagem é formada. Para tal, é preciso um entendimento do conceito de luz e de sua interação com o ambiente.

Primeiramente o que se entende por luz coloquialmente é muito pequeno perante o que se conhece cientificamente. A luz que observamos é a pequena faixa no espectro de radiação eletromagnético contido entre a radiação infravermelha e a violeta, conhecida como luz branca, e está limitada a uma pequena faixa do espectro eletromagnético como representado na Figura 15 abaixo:

Figura 15 - Espectro Magnético Visível da luz.



Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2007/12/espectro-visivel-da-luz.jpg>

Acessado em 23/03/2023

Tendo como fonte mais próxima o Sol, a luz branca foi alvo de estudo por inúmeros cientistas. Sir Issac Newton (1643–1727), publicou, em 1672, um estudo no qual investiga o comportamento da luz em interação com um prisma.

Neste estudo, ele discorre sobre como a luz branca se dispersa e conclui que sua composição é decorrente da união de todas as frequências de ondas visíveis, sendo, portanto, composta por todas as cores, como na Figura 16. Ele ainda menciona que cada frequência de cor é composta por partículas de tamanhos diferentes, justificando a sua ordem de dispersão perante um prisma (LUZZI, 2017).

Figura 16 - Decomposição da luz branca.



Fonte: <https://s2.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/dispersao-da-luz-por-prisma.jpg>. Acessado em 23/03/2023

A velocidade da luz, hoje considerada como uma constante (c), começou a ser medida por Galileu (1564–1642), ainda que o valor fosse impreciso. No entanto, no século XIX, James Clerk Maxwell (1831-1879) chegou ao valor de $c = 2,997925 \times 10^8$ km/s e demonstrou que a todas as ondas eletromagnéticas se propagam na mesma velocidade que a luz no espaço, tornando-a uma constante de propagação no vácuo.

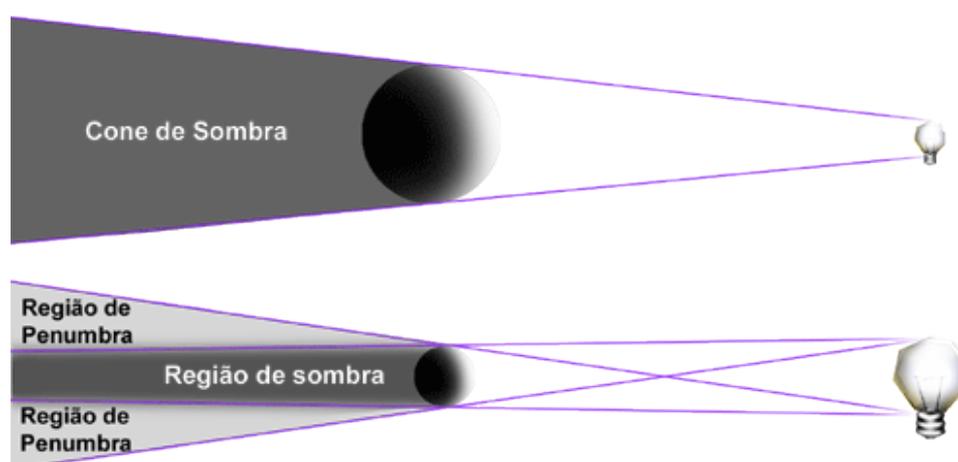
Outra propriedade da luz que devemos entender é como ela se propaga, pois assim será possível entender como alguns fenômenos observados diariamente em sua origem.

Primeiro a luz se propaga em linha reta em meios transparentes e homogêneos, sendo esse o Princípio de Propagação Retilínea da Luz. Esse princípio explica como ocorre a formação das sombras, pois, se ela se propaga em linha reta e se choca com um objeto opaco, este choque ocorrerá a formação da sombra do objeto devido ao bloqueio da passagem dos raios de luz (PEZZI, 2016).

Ao observarmos as sombras geradas pelo bloqueio da passagem dos raios luminoso, devemos ainda levar em conta a origem dos raios de luz, pois o emissor pode ser de origem Puntiforme (se for pequena, ou seja, se suas dimensões forem desprezíveis em relação à distância que ela estiver do objeto) e de origem extensa (composta por muitas fontes pontuais emitindo luz) (LUZZI, 2017).

Quando partido de um emissor de luz puntiforme, se obterá a sombra como citada anteriormente, com a simples reprodução do objeto opaco em formato sombrio, assim apresentado na Figura 17. Porém, quando partido de uma fonte de Luz extensa, devido às inúmeras fontes de raios de luz independentes, ocorrerá a formação de uma penumbra devido aos raios de luz emitidos pela extremidade da fonte (LUZZI, 2017).

Figura 17 - Modelos de comportamento de sombras.



Fonte: www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/optica5.php.

Acessado em 23/03/2023.

A reflexão da luz também é fundamental para o entendimento de como a imagem é projetada no interior da câmera escura, então passemos a sua explicação.

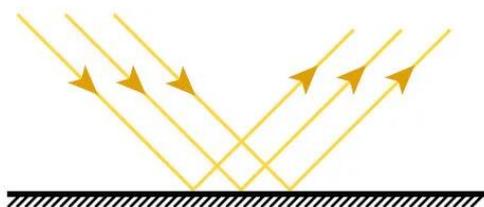
O ambiente está repleto de corpos emissores ou refletoras de luz. Os corpos luminosos (produtores de luz própria) são as principais fontes de iluminação (por exemplo, o Sol), enquanto os corpos iluminados (não produzem luz própria) são aqueles que refletem a luz emitida pelos corpos luminosos, possibilitando sua distinção (por exemplo, a Lua que precisa ser iluminada pelo Sol para que seja observada) (LUZZI, 2017).

O olho humano precisa captar a luz, quer seja ela emitida da fonte ou refletida pelos corpos iluminados, para que seja possível vislumbrar os objetos ao seu redor (LUZZI, 2017).

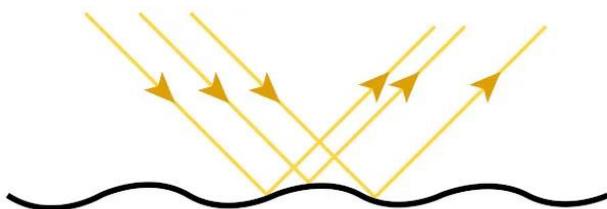
A reflexão dos corpos iluminados pode ocorrer de duas formas: a Especular, que ocorre numa superfície lisa e polida, onde causa um desvio regular de todos os raios de luz emitidos; e a difusa, na qual os raios de luz desviam de maneiras diferentes sob a superfície irregular. Essa última é comum no dia a dia, sendo a responsável pela observação dos objetos, pois possibilita que estes sejam vistos de todo o ambiente, um exemplo de como ocorre essa reflexão é a Figura 18 abaixo (LUZZI, 2017).

Figura 18 - (a) Reflexão Especular. (b) Reflexão Difusa.

(a)



(b)



Na câmera fotográfica na imagem, temos os raios de luz emitidos pelos corpos iluminados entrando em seu interior pelo buraco feito pela agulha. Como os raios de luz viajam em linha reta, aquele que sai da parte de cima do objeto é projetado na parte de baixo do fundo da câmera e aquele que sai da parte de baixo do objeto é projetado na parte de cima do fundo da câmera. O mesmo acontece com os raios laterais. Aqueles que saem do lado direito do objeto se projetam no lado esquerdo da câmera e os que saem do lado esquerdo, se projetam do lado direito, como apresentados na fig. 18 (LUZZI, 2017).

" Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser descoberto." - Carl Sagan

4.3 Revelando novas percepções: a química da fotografia

"Acredito na beleza. Acredito nas pedras e na água, no ar e no solo, nas pessoas e no seu futuro e no seu destino." - Ansel Adams

Como dito anteriormente, o objetivo desse trabalho é trazer e mostrar como a química funciona e se impõe perante a fotografia. Abaixo seguem alguns dos processos que foram utilizados desde a criação da fotografia até os dias atuais. Neles encontramos alguns assuntos e estudos já conhecidos como a teoria de Bohr, os conceitos de Newton, entre outros químicos e cientistas que tiveram sua contribuição com toda essa evolução na fotografia.

A fotografia foi responsável pelo registro de inúmeros eventos marcantes nos últimos anos. No entanto, ela não resistiria por tanto tempo sem um aprimoramento da ciência por trás desta.

O avanço tecnológico decorrido durante a revolução industrial proporcionou o aprimoramento de diversas técnicas, incluindo a fotografia. A fotografia, como decorrido nos parágrafos anteriores, foi se aprimorando ao decorrer dos anos, até seu ápice na década de 90, onde deu lugar a nova era da fotografia digital.

Entretanto, como este trabalho é focado no método analógico de fotografar, os parágrafos seguintes tem o intuito de descrever como ocorre o processo químico presente na revelação fotográfica.

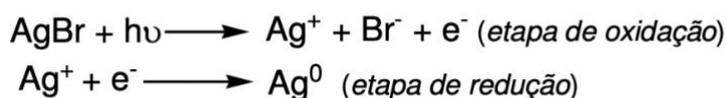
O papel fotográfico é composto de uma solução gelatinosa contendo sais de prata, responsáveis pela captura da imagem, e por cadeias polipeptídicas de aminoácidos que funcionam como uma esponja capaz de armazenar água utilizada nas reações (MELO, 1987). É importante destacar que esses polipeptídeos são de caráter hidrofílico por conta dos grupos polares encontrados nos resíduos de aminoácidos, sendo por conta desse caráter que o papel fotográfico é o papel ideal para as reações que ocorrem durante a revelação.

Este papel é sensível a todo o comprimento de onda da luz visível e por isso deve ser manuseado em um ambiente livre da incidência de luz. Apesar disso, se faz uso da luz de segurança na cor vermelha por conta da sua frequência de energia que não influencia no processo de revelação, pois a

incidência sobre o papel é menor possibilitando o manuseio do material sem a perda dele.

O processo de revelação fotográfica ocorre em meio aquoso, ou seja, as reações que compõem o processo necessita da presença de água para ocorrer. Para a obtenção do negativo, o papel passa por dois banhos químicos. O primeiro banho, o revelador, provoca no papel uma reação de oxirredução na qual já se obtém o papel com a imagem impressa. No segundo banho, o fixador, o papel é novamente inserido em uma solução que dessensibiliza a prata não exposta. Por último, o papel é lavado para a remoção do excesso de produto, evitando assim a degradação posterior da fotografia (MELO, 1987).

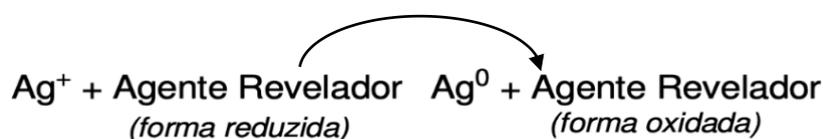
Inicialmente, ocorre a redução do cátion Ag^{+1} à Ag^0 (prata metálica), na presença de um ânion haleto X^{-1} . Isto acontece devido a um elétron do ânion haleto X^{-1} ser ejetado pela exposição à luz ($h\nu$) por um fóton (DUFFIN, 1966).



De acordo com Pistóia (2004), essa exposição à luz altera o número de oxidação (NOX) dos íons de prata presentes no papel fotográfico, modificando a estrutura química do haleto de prata, formando a imagem latente, que é invisível. Um número pequeno de ânions X^{-1} é oxidado para X^0 . No entanto, os elétrons liberados reduzem o Ag^{+} para sua forma metálica em torno dos cristais de AgX .

Essa prata metálica sensibilizada, que forma a imagem latente, age como catalizador para a reação de redução do haleto de prata com o revelador, que é um agente redutor. Nessa reação temos a redução do haleto de prata sensibilizado, formando a prata em coloração escura nas áreas expostas a luz, onde nesse momento ocorre à formação do negativo (MELO, 1987).

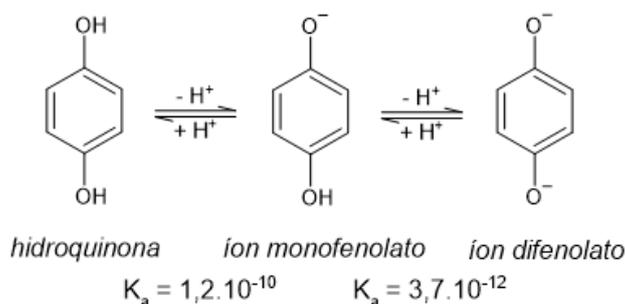
A interação entre o revelador e os sais de prata presentes no papel fotográfico, praticamente impossibilita a troca destes sais, conforme pode ser observado no modelo de equação abaixo.



Os reveladores utilizados no primeiro banho dado ao papel fotográfico apresentam uma composição ímpar de reagentes. Ele contém os seguintes componentes: agentes reveladores (os mais comuns são hidroquinona e o metol, que são redutores orgânicos em meio básico entre o pH 9 e 10), o agente antioxidante Sulfito de Sódio (Na_2SO_3) e uma solução tampão básico bórax (tetraborato de sódio, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

A hidroquinona, também denominada de *p*-dihidroxibenzeno, existe em equilíbrio em duas formas em meio aquoso: o íon monofenolato (que atua mais eficientemente no controle do pH) e o íon difenolato (Figura 19).

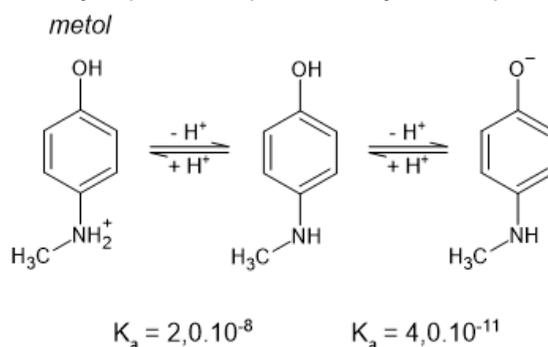
Figura 19 - Etapas de desprotonação da hidroquinona. K_a é uma constante de equilíbrio que exprime o grau de dissociação para a respectiva reação de equilíbrio químico.



Fonte: adaptado de MELO (1987).

O metol, também denominado de sulfato de *N*-metil-*p*-aminofenol, aparece também parcialmente ionizado em solução e sua primeira desprotonação (Figura 20) é a que atua mais eficientemente como agente redutor.

Figura 20 - Etapas de desprotonação do metol. K_a é uma constante de equilíbrio que exprime o grau de dissociação para a respectiva reação de equilíbrio químico.

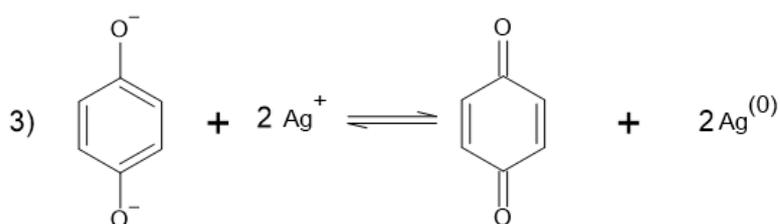
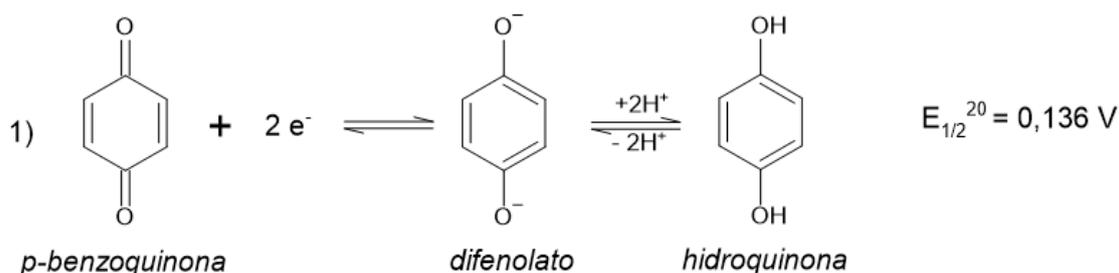


Fonte: adaptado de MELO (1987).

Como apresentado anteriormente, com um potencial de redução favorável, a prata tenderá a reduzir espontaneamente, possibilitando assim o surgimento da imagem em negativo, que será a constituinte da fotografia após a reação com o revelador.

A reação com hidroquinona (Figura 21) pode ser vista como exemplo. Nessa figura, pode-se observar que o potenciais de redução do íon Ag^+ é maior que o da benzoquinona, o que indica que o íon de prata deve ser reduzido preferencialmente. Portanto a hidroquinona, em meio básico, é desprotonada, gerando o íon difenolato, que é capaz de reagir com os íons Ag^+ para formar prata metálica e p-benzoquinona.

Figura 21- Semi-reações de redução da p-benzoquinona (1) e do íon prata (2) e reação de redução da prata Redução dos íons de prata na presença do íon difenolato (3). $E_{1/2}^{20}$ indica o potencial de redução de meia onda do composto a 20°C e E^{20} indica o potencial de redução a 20°C.



Fonte: adaptado de MELO (1987).

Os agentes reveladores também são consumidos pelas reações que ocorrem entre eles e as moléculas de oxigênio presentes na solução aquosa, ou pela polimerização iniciada pelos radicais semiquinona presentes nesse meio.

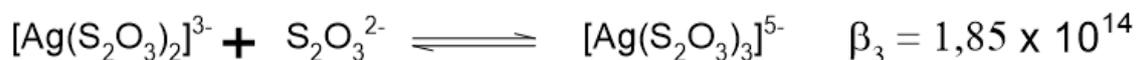
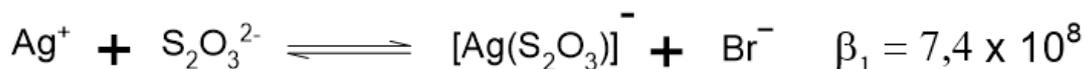
O papel do agente antioxidante é impedir a rápida degradação do revelador. Por isso, o sulfito (SO_3^{2-}), que está presente na solução em alta concentração, interage com o O_2 dissolvido e transforma-se em sulfato (SO_4^{2-}),

e ainda inibe a polimerização da espécie intermediária semiquinona, formando ácido hidroquinona mono sulfônico, que ainda pode ser usado como doador de elétrons, possibilitando maior rendimento do revelador.

Depois de finalizado o processo de revelação e a oxidação dos cristais de prata que formaram a imagem gravada no papel, ainda é possível encontrar, por dentro da gelatina que compõe o filme, cristais sensíveis que podem danificar o produto da revelação. Por isso é feito um banho em uma solução ácida, na intenção de protonar as formas básicas dos reveladores, cessando, assim, a atividade destes cristais de prata (MELO,1987).

Os agentes fixadores que compõem o último banho químico têm em características comuns os seguintes componentes em solução: Tiosulfato de Sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), Sulfito de Sódio (Na_2SO_3), Sulfato de cromo e Potássio ou Alúmen de Cromo e Potássio ($\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$) e Ácido Sulfúrico concentrado (H_2SO_4).

O tiosulfato tem a função de remover e dissolver o AgBr não dissolvido ao complexar os íons Ag^+ de acordo com as equações de equilíbrio abaixo,



onde β indica a constante de equilíbrio de complexação para a respectiva reação (MELO, 1987)

Esse processo de dissolução do AgBr por complexação com o tiosulfato ocorre em três etapas:

- 1) De início, os íons $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ se ligam à prata da superfície do sal, possibilitando a saída do Br^- para a solução;
- 2) Na etapa seguinte, novos íons $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ reagem com o íon Ag^+ ligado anteriormente, complexando-o e o solubilizando na solução;

- 3) Por fim, já em solução, o complexo pode, ou não, reagir ligando o Br^- ou o $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$.

A concentração de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ no fixador gira em torno de $(1,5 \text{ e } 2 \text{ mol.dm}^{-3})$, forçando o equilíbrio previamente citado no sentido dos produtos. No entanto, esse excesso de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ no meio provoca a quebra das ligações que compõem a gelatina, mas ao se acrescentar Cr^{3+} sob a forma de alúmen de cromo na solução, garante-se a rigidez do gel (MELO, 1987).

O método utilizado para garantir a usabilidade do tiosulfato é o acréscimo de SO_3^{2-} na solução, por meio do sulfito de sódio, que evita a decomposição prematura do tiosulfato.

No final do processo é feita a lavagem do papel fotográfico em água corrente ou em um local apropriado, em caso de que seja trocada regularmente. Isso deve ser feito para a retirada do excesso de produtos químicos utilizados para a realização do processo fotográfico.

O negativo obtido pelo processo de revelação nada mais é que a imagem capturada pela câmera com suas cores trocadas. Por exemplo, as áreas escuras aparecerão na coloração negra e vice versa. Para a obtenção da imagem em positivo, se faz necessário fazer com que o negativo passe pelo processo de fotografia novamente, colocando o negativo em um projetor que será o responsável por projetar a imagem do negativo sob o papel fotossensível, obtendo-se, a partir daí, a fotografia em positivo, assim as cores serão invertidas. No entanto, com a tecnologia obtida atualmente o processo pode ser realizado por meio da fotocópia do negativo e um *software* de edição de imagens.

4.3.1 Processos com elementos e compostos

4.3.1.1 Processos com prata

Sais de prata, tanto orgânicos quanto inorgânicos, particularmente haletos de prata, exibem sensibilidade à radiação ultravioleta e aos comprimentos de onda inferiores do espectro visível. É possível, também, sensibilizar estes sistemas com outros comprimentos de onda (TOMODA, apud. NEBLETTE, 1962).

Estes sais podem ser reduzidos à prata metálica pela ação direta da radiação, por meio de um processo conhecido como fotólise. Sais orgânicos de prata, como o citrato de prata, são utilizados em emulsões de impressão (printing-out) para a produção direta da imagem. Os haletos são geralmente incorporados em emulsões suficientemente sensíveis para formar um produto invisível ou uma imagem latente que pode então ser desenvolvida para produzir uma imagem visível de prata. Este último é um exemplo de um sistema indireto, conhecido como developing-out (TOMODA, apud. NEBLETTE, 1962).

Emulsões de molibdato de prata, azida de prata e tungstato de prata tem sido preparado e suas propriedades investigadas (TOMODA, apud. NEBLETTE, 1962. p. 146). Em geral, estas emulsões reagem muito vagarosamente, sendo sensíveis, respectivamente, aos comprimentos de onda mais energéticos do ultravioleta, aos comprimentos de onda do espectro visível e aos raios gama (QUADRO 1).

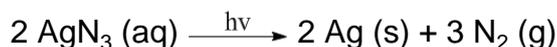
Quadro 1: Relação entre os compostos de prata e sua sensibilidade aos diferentes tipos de radiação.

Considerando que a prata na forma catiônica é solúvel em água e que, para que haja a formação da imagem faz-se necessário que ela sofra redução, recebendo elétrons do contra-íon aniônico, para que possa transformar-se em prata metálica, insolúvel em água e capaz de depositar-se sobre a superfície do material que servirá de base para a imagem, as equações balanceadas a seguir foram propostas:

Molibdato de prata (Ag_2MoO_4)



Azida de prata (AgN_3)



Tungstato de prata (Ag_2WO_4)



Para a ocorrência das reações representadas pelas equações acima, é preciso que elas sejam catalisadas pela radiação. Porém, para que tais reações sejam processadas de maneira eficaz, o tipo de radiação escolhida para catalisar cada reação deve ser a que mais sensibilize cada sistema.

Sendo assim, a azida de prata, por ser instável à temperatura ambiente, necessita de comprimentos de onda com capacidade ionizante menos energéticos, como os do espectro visível, pois tal radiação já é suficiente para que a reação se processe.

O tungstato de prata, entretanto, é um composto que necessita dos comprimentos de onda mais energéticos, fornecidos pelos raios gama, pois além de estável à temperatura ambiente, o tungstênio possui maior energia de ionização e maior eletronegatividade. Sendo o tungstênio o agente redutor, estes dois últimos fatores tornam mais difícil a transferência de seus elétrons de valência para a prata na forma catiônica, o que justifica a catálise da reação pelos raios gama.

O molibdato de prata deve ser exposto aos comprimentos de onda mais energéticos do ultravioleta, uma vez que é estável à temperatura ambiente e o molibdênio possui menor energia de ionização e menor eletronegatividade que o tungstênio, não sendo necessária tanta energia para a transferência de seus elétrons de valência para a prata na forma catiônica.

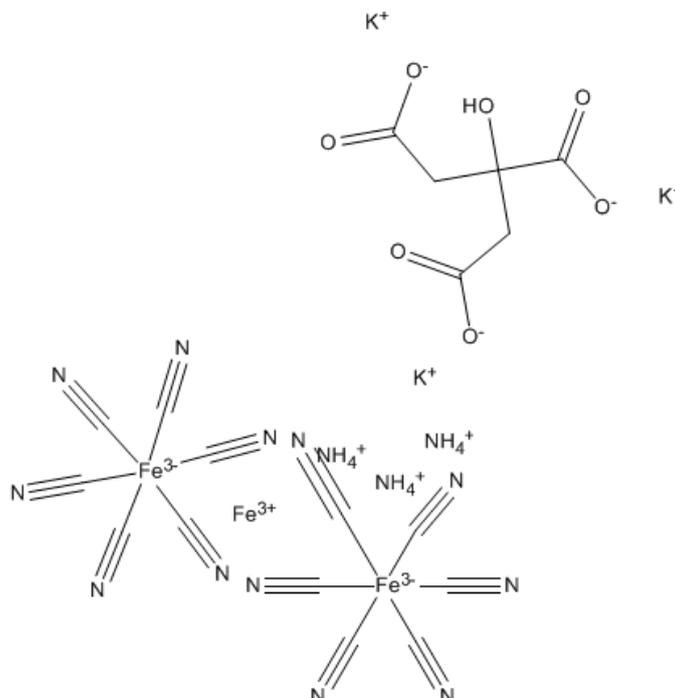
Radiações de comprimentos de onda inferiores aos do visível não podem ser utilizados neste tipo de reação (fotólise) por se tratar de radiações não-ionizantes.

4.3.1.2 Processos com ferro

A fotólise do íon férrico (Fe^{3+}) para o íon ferroso (Fe^{2+}) constitui a base de vários processos ferrosos. Dentre eles, os processos típicos de impressão em cor azul envolvem a redução do citrato de amônio férrico - ferricianeto de potássio.

Quando o sistema é processado em água, o complexo de ferrocianeto férrico ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$) resultante, de cor azul da Prússia, forma a imagem. O cianótipo, ou impressão positiva em azul, é formado a partir do revestimento do papel, o qual servirá de base para a imagem, com uma mistura férrica mais sensível à radiação. Em seguida, o papel será exposto à tal radiação e processado em uma solução de ferricianeto de potássio, que irá produzir o complexo de ferricianeto ferroso ($\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$), de cor azul de Turnbull. Assim representado na estrutura (1) da Figura 22:

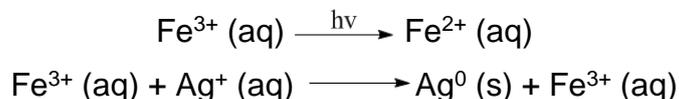
Figura 22 - Estrutura 1: Citrato de amônio e ferro (III) - ferrocianeto de potássio



Fonte: Adaptado de NEBLETTE (1962).

A resposta fotolítica do íon férrico também tem sido utilizada na formação de imagens metálicas, quando o íon ferroso reage com os cátions apropriados.

Papéis recobertos com compostos de ferro e de prata tem sido utilizado, ainda, para a produção de imagens de prata. O Van Dyke, bem como a kalitipia, são processos nos quais ocorrem as reações abaixo representadas:



É importante ressaltar que, nesta última equação, a reação ocorre mediante a combinação dos íons prata com compostos férricos. Por estes processos se tratarem, basicamente, de processos de impressão, é possível inferir que tais compostos férricos servem apenas para realizar alterações na coloração da imagem final ou para complexarem com a prata metálica (TOMODA, apud. NEBLETTE, 1962).

Esta inferência possibilita a explicação do fato de o número de oxidação dos íons ferro não variar no decorrer da reação, o que indica que não há participação efetiva dos mesmos na reação. Reações similares às reações com íons prata e compostos férricos combinados foram observadas por pesquisadores da década de 1980, porém com a utilização de íons de platina e paládio em substituição aos íons prata (TOMODA, apud. NEBLETTE, 1962).

4.3.1.3 Processos com cromo

A ação da radiação em compostos com cromo não é completamente conhecida. Todavia, a redução do Cr^{6+} ao Cr^{3+} , que ocorre mediante a exposição do primeiro à radiação, forma um complexo que solidifica colóides, como gelatina, albúmen (clara de ovo) e cola (NEBLETTE, 1962).

Os colóides protéicos são geralmente sensibilizados com dicromato de potássio e expostos à radiação ultravioleta ou aos comprimentos de onda mais curtos do espectro visível. Em seguida, água morna é adicionada ao sistema, aumentando a resistência do Cr^{3+} à solubilidade na mesma. Isto ocorre de maneira suficiente a possibilitar que a porção coloidal exposta à radiação, na qual ocorre a redução do Cr^{6+} ao Cr^{3+} , permaneça retida no material utilizado como base para a imagem, enquanto a parte coloidal não exposta à radiação,

na qual não ocorre a redução do Cr^{6+} , que permanece, portanto, nesta forma, solúvel em água morna, seja removida (NEBLETTE, 1962).

O fato de a combinação de prata e dicromato solidificar gelatina foi descoberto em 1899 por Howard Farmer, formando, desde então, a base destes processos de formação de imagem. A maioria das aplicações de sistemas coloidais com dicromato são utilizadas para a produção de placas para reproduções litográficas.

4.3.1.4 Processos com compostos diazo

Os processos envolvendo compostos diazo tem como base a utilização de pigmentos incolores contendo o cromóforo $-\text{N}=\text{N}-$ (grupo diazo) e de estruturas orgânicas. Diazos utilizados na produção de diazótípos são selecionados por sua capacidade de reagir com a radiação e de se agruparem com outra molécula, produzindo uma imagem visível. Geralmente, os diazos são derivados de compostos fenólicos e a sensibilidade dos pigmentos fica situada na faixa entre o ultravioleta e o violeta do espectro visível (BALDWIN, 1967).

Quando uma molécula de diazônio é exposta à radiação, a mesma é decomposta, havendo o desprendimento de gás nitrogênio da molécula. O produto gerado é relativamente incolor, sendo inativo ao longo do processo. Um agrupamento “diazó-molécula” reage com a molécula de diazônio não exposta à radiação, produzindo um pigmento visível. Esta reação leva à sensibilização de materiais pela utilização de compostos diazo, e pode ocorrer de dois modos diferentes.

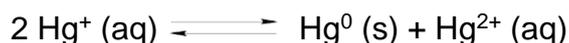
O “processo úmido” contém um revestimento de um composto diazo, que é decomposto pela radiação, e o agrupamento “diazó-molécula”, que forma um pigmento nas áreas não expostas a ela (BALDWIN, 1967).

O “processo seco” contém um revestimento que contempla tanto o composto diazo quanto o agrupamento “diazó-molécula” (ou seja, o revestimento é composto por ambos) em meio ácido, o que protege o sistema de uma pré-exposição do acoplamento à radiação. A reação com a radiação é idêntica a do “processo úmido” e o pigmento visível é produzido pelo acoplamento durante a aplicação de uma base neutralizadora moderada, como os vapores de amônia (NH_3) (BALDWIN, 1967).

O método de formação da imagem com diazônio metálico é uma aplicação especial do sistema diazo, diferindo no que diz respeito à formação da imagem latente. O desenvolvimento da imagem deve ser realizado imediatamente após a exposição. Neste processo, um material é revestido com um composto diazônio e um sal de mercúrio. A exposição do sistema à radiação, cujo pico de sensibilidade é aproximadamente de 3900Å a 5000Å no espectro visível, decompõe a molécula diazo, e seus subprodutos causam a redução dos sais de mercúrio para mercúrio metálico. A imagem invisível de mercúrio passa a ser visível com o uso de um desenvolvedor físico (BALDWIN, 1967).

Em resumo:

1. Diazo composto $\xrightarrow{h\nu}$ Produtos de decomposição
2. Produtos de decomposição reagem e removem o Hg^{2+} do seguinte equilíbrio:



3. $\text{Hg}^0 (\text{s}) + \text{Ag}^0 (\text{s})$ provenientes do desenvolvimento físico da imagem
Imagem final (amálgama de prata)

4.4 Emulsão fotográfica

A emulsão fotográfica consiste em cristais de haleto de prata em gelatina ou em um polímero sintético. Não se trata, de fato, de uma emulsão, mas sim de uma dispersão de haleto de prata na forma cristalina. As emulsões de negativos são constituídas por brometo de prata contendo uma pequena porcentagem de iodeto de prata, já as emulsões em papel consistem em cloreto de prata ou em uma combinação de cloreto de prata e brometo de prata (EASTMAN, 1889).

Nas emulsões de negativos, os cristais variam em tamanho, de submicroscópicos a um máximo de 3 a 5 microns, e constituem de 30% a 40% da massa total da emulsão. Estes cristais não são compostos por haleto de prata puro, mas por misturas de haleto de prata com pequenas quantidades de sulfeto de prata, prata coloidal e gelatina. Apesar de tanto o brometo de prata quanto o cloreto de prata cristalizarem em uma estrutura cúbica, os cristais variam

consideravelmente de forma, podendo ser triangulares, hexagonais, quase esféricos ou semelhantes a uma agulha (EASTMAN, 1889).

Cada cristal atua individualmente, em se tratando de exposição e desenvolvimento da imagem, exceto quando em contato efetivo com outro cristal, o que ocorre frequentemente em emulsões de negativos, mas raramente em emulsões em papel.

Apesar da sensibilidade do cristal aumentar com o tamanho, existem diferenças na sensibilidade de cristais de mesmo tamanho. Sendo assim, as propriedades de uma emulsão são determinadas pela soma total das propriedades dos cristais que a compõem.

4.4.1 Gelatina

A gelatina é mais que um meio para segurar os cristais no lugar sobre um vidro, filme ou papel. Ela serve para regular os tamanhos dos cristais formados quando o haleto de prata é precipitado de soluções de nitrato de prata e um haleto, como o brometo de potássio, segundo a equação:



A gelatina não é um composto químico com estrutura definida, sendo pertencente ao grupo das proteínas. Suas moléculas são originadas de aminoácidos residuais em cadeias, com conexão entre um grupo ácido seria do grupo carboxila e grupo básico do grupamento amina. (SHRIVER, 2006).

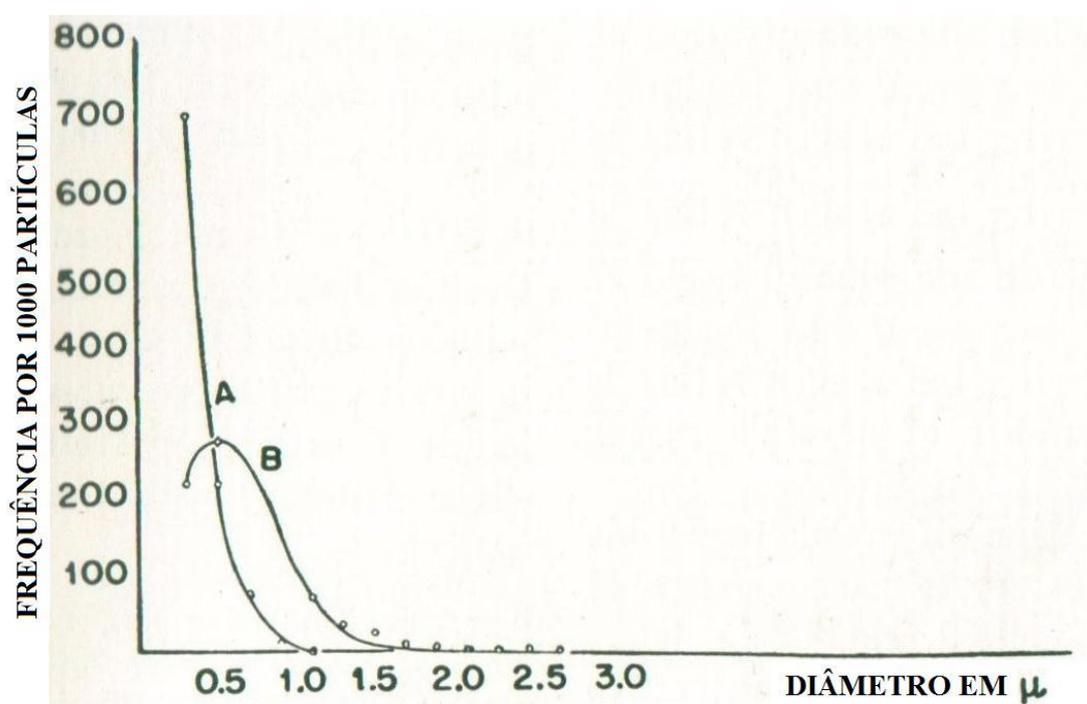
As cadeias são longas, possuindo entre 250 e 500 unidades de aminoácidos, mas esse número não é constante. As moléculas contêm tanto o grupo amino ($-\text{NH}_2$) quanto o grupo ácido carboxílico ($-\text{COOH}$), o que confere propriedades tanto ácidas quanto básicas à gelatina, que possui, portanto, um caráter anfótero.

Em uma solução com altas concentrações de íons hidrogênio (H^+), o grupo amino adiciona íons hidrogênio para formar grupos NH_3^+ , deixando a molécula positivamente carregada. Quando a concentração de íons hidrogênio

é baixa, o grupo $-\text{COOH}$ ioniza para $-\text{COO}^-$ e a molécula se torna negativamente carregada.

Em algumas concentrações particulares de íons hidrogênio, no chamado ponto isoelétrico, a molécula não possui carga líquida (somatório de cargas positivas e negativas é igual a zero). A regulação do tamanho dos cristais de haleto de prata precipitados deve-se justamente às cargas adquiridas nas moléculas constituintes da gelatina, como pode ser observado a seguir no Gráfico (1) na Figura 23.

Figura 23 - Gráfico 1: Distribuição de tamanho dos cristais de haleto de prata (A) em uma emulsão positiva lenta e (B) em uma emulsão negativa rápida



Fonte: Adaptado de NEBLETTE (1962, p.155)

4.4.2 Fabricação e propriedades de filmes, chapas e papéis

Para serem apropriados para utilização, os materiais para a base fotográfica precisam cumprir certos requisitos para que os resultados obtidos mediante sua utilização sejam satisfatórios. Dentre estes requisitos estão:

- a) Requisitos ópticos:
 - a. Transparente e opticamente homogêneo;

- b. Livre de turbidez e imperfeições visíveis;
 - c. Sem cor (exceto quanto é necessária proteção antihalação);
- b) Requisitos químicos:
- a. Quimicamente estável;
 - b. Inerte a emulsões altamente sensíveis;
 - c. Não ser afetado por compostos químicos fotográficos;
 - d. Resistente à umidade;
- c) Requisitos físicos:
- a. Forte, duro e firme, mas não quebradiço;
 - b. Rígido, mas também flexível;
 - c. Resistente a rasgos;
 - d. Livre de ondulações, dobras etc.;
 - e. Dimensionalmente estável;
- d) Requisitos térmicos:
- a. Alta temperatura de amolecimento;
 - b. Queima lenta.

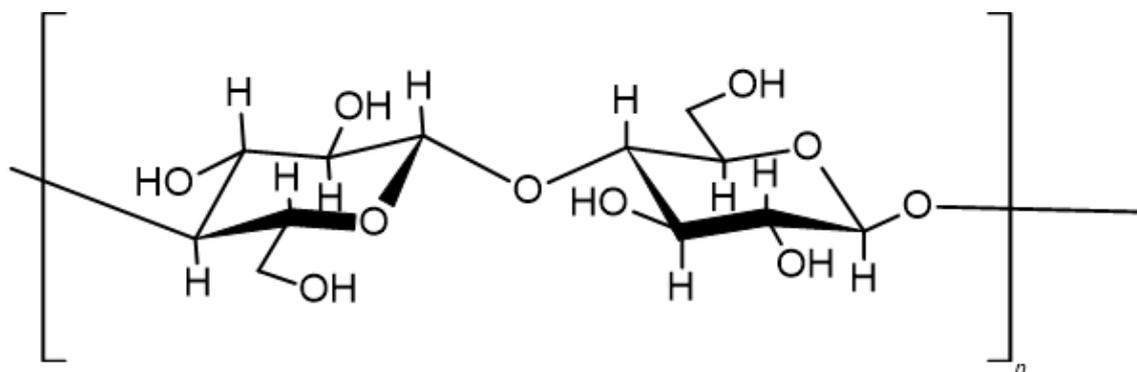
Devido ao fato de estes requisitos serem bastante específicos, relativamente poucos materiais têm sido provados práticos para atuarem como base fotográfica. Por muitos anos, somente certos tipos de ésteres celulósicos foram utilizados, mas posteriormente vários filmes compostos por resinas sintéticas constituídas de polímeros de alta densidade também se mostraram úteis.

4.4.3 Celulose

A celulose é encontrada em fibras de algodão, polpa de madeira (utilizada na fabricação de papel) e em outros materiais de ocorrência natural. As formas mais puras da celulose possuem composição empírica correspondente a $(C_6H_{10}O_5)_n$.

A molécula de celulose consiste em uma longa cadeia de unidades de glicose unidas por ligações oxigênio glicosídicas do tipo β (1 \rightarrow 4). De acordo com Haworth (1929), a fórmula estrutural da celulose é:

Figura 24 - Fórmula estrutural da celulose



Fonte: Adaptado de HAWORTH (1929).

Staudinger descobriu que o grau de polimerização do algodão, enquanto unidades de glicose, é de aproximadamente 750 unidades. Considerando que cada unidade de glicose tenha uma massa equivalente a 162u, a massa molecular para a celulose do algodão é da ordem de 120.000u. É importante notar, ainda, que cada unidade de glicose na molécula de celulose contém três grupos hidroxila, que podem ser esterificados (HAWORTH, 1929).

4.4.4 Nitrato de celulose

Se a celulose for tratada com uma mistura de ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), será obtido o nitrato de celulose. A celulose contendo dois grupos nitrato e uma fração por unidade de glicose (11 para 12,4% de nitrogênio) é conhecida como piroxilina e foi utilizada como o primeiro filme fotográfico flexível, introduzido em 1889 (HAWORTH, 1929).

Esse tipo de celulose possui excelentes propriedades físicas, mas possui pouca estabilidade química e alta chance de combustão. Por estas razões, foi gradualmente substituída por bases fotográficas “mais seguras”, feitas de acetato de celulose e outros ésteres de celulose de combustão mais lenta entre 1930 e 1950 (HAWORTH, 1929).

Apesar de filmes com nitrato celulósido não serem mais fabricados nos Estados Unidos pelos anos de 1964, ainda eram feitos alguns tipos destes na Europa e na Ásia.

Ainda por volta desta data existiam consideráveis quantidades de filmes de nitrato celulósido processados estocados, constituindo um grande perigo de incêndio. Devido a isto, tais filmes precisavam ser frequentemente inspecionados e, quando fosse observada a descoloração do amarelo ou o odor de ácido nítrico fosse detectado, eles deveriam ser copiados em filmes mais seguros e destruídos.

4.4.5 Diacetato de celulose

Ésteres orgânicos de celulose são preparados comercialmente por meio do tratamento da celulose com uma mistura de anidrido orgânico como agente esterificante, um ácido orgânico como diluente e um ácido inorgânico como catalisador. Já o acetato de celulose é produzido por meio do tratamento de fibras de algodão ou polpa de madeira com uma mistura de anidrido acético, ácido acético glacial e um catalisador, como o ácido sulfúrico (HAWORTH, 1929).



Hidrolisando parcialmente o triacetato primeiramente formado com ácido acético e água, o produto obtido contém de 38% a 40% de acetil, ou aproximadamente dois grupos acetil e meio por unidade de glicose. Este produto é frequentemente chamado de diacetato de celulose, sendo solúvel em acetona e formando filmes estáveis sob evaporação.

O filme de diacetato de celulose foi utilizado comercialmente antes da Primeira Guerra Mundial, mas seu uso não se difundiu até 1922, quando foi introduzido o filme amador de 16mm, para o qual uma base de combustão lenta e mais segura era essencial (HAWORTH, 1929).

Seu uso cresceu até os anos de 1940, mas então decresceu com a disponibilidade de novos tipos mais seguros de bases para filmes. As duas maiores desvantagens do diacetato de celulose eram sua menor resistência à umidade do que os outros ésteres celulósidos – o que significa que filmes feitos dele eram menos dimensionalmente estáveis – e sua inferioridade em

determinadas propriedades físicas, como força de tensão e flexibilidade. (HAWORTH, 1929).

4.4.6 Mistura de ésteres celulóides

Ácidos orgânicos de ésteres celulóides, como o acetato de celulose, foram utilizados pela primeira vez em 1931 na fabricação de bases mais seguras para filmes. O propionato de celulose e o butirato de celulose são de mais difícil fabricação do que o acetato de celulose e sofrem das desvantagens de maciez e baixa força (HAWORTH, 1929).

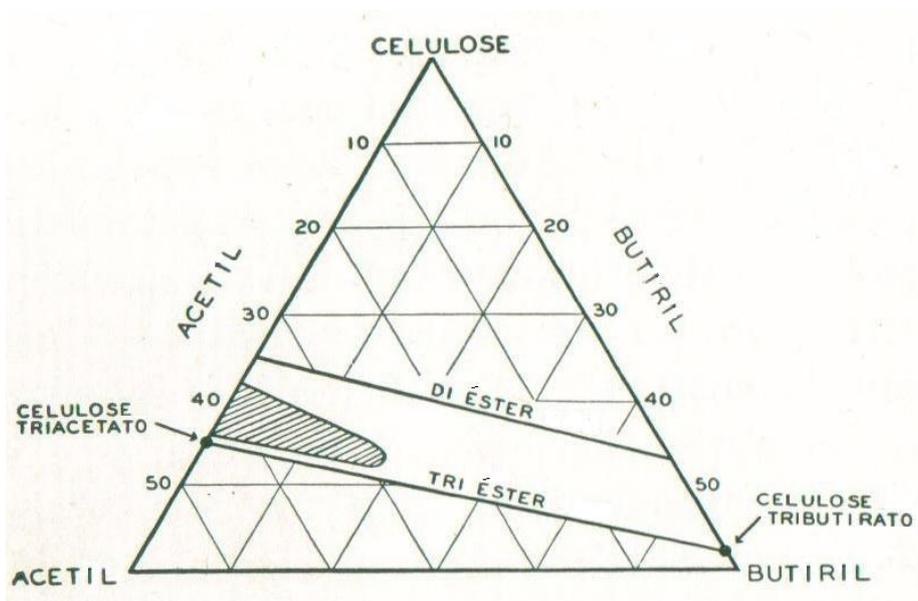
Todavia, a mistura dos ésteres acetato propionato de celulose e acetato butirato de celulose origina produtos com propriedades físicas melhoradas se comparadas com as do diacetato de celulose, além de serem de mais fácil fabricação do que o propionato de celulose ou o butirato de celulose. Esta mistura de ésteres é produzida por meio da inclusão de ambos os componentes acila no banho de esterificação, na forma de ácidos ou anidridos (HAWORTH, 1929).

As propriedades da mistura destes ésteres celulóides dependem:

- a) dos grupos acila presentes;
- b) da taxa de acetil em relação a de propionil ou butiril;
- c) do grau de esterificação ou, inversamente, do grau de hidrólise;
- d) do comprimento da cadeia celulóide.

A Figura 25 mostra os acetato-butiratos de maior interesse na indústria fotográfica. A maior vantagem da mistura de ésteres celulóides enquanto bases para filmes, em comparação com o diacetato de celulose, é a maior resistência à umidade, o que significa melhor estabilidade dimensional. A flexibilidade também é melhorada em relação aos outros tipos mencionados de bases de diacetato. (HAWORTH, 1929).

Figura 25 - Diagrama de composição para ésteres mistos de celulose dos ácidos acético e butírico, ilustrando o uso destes como base para filmes



Fonte: HAWORTH (1929).

4.4.7 Triacetato de celulose

O triacetato de celulose vem a ser o acetato de celulose totalmente esterificado, contendo três grupos acetil por unidade de glicose (44,8% de acetil), sendo produzido do mesmo modo que o diacetato, com exceção de que a hidrólise é interrompida em uma etapa anterior. Este material é muito superior ao diacetato de celulose em termos de resistência à umidade, e tem melhor força e rigidez se comparado tanto ao diacetato de celulose quanto à mistura de ésteres celulóides (HAWORTH, 1929).

O cloreto de metileno é praticamente o único solvente para o triacetato de celulose, mas não se encontrava disponível comercialmente em quantidades e preço aceitáveis desde o fim da Segunda Guerra Mundial. Esta dificuldade atrasou o uso do triacetato de celulose como base para filmes por vários anos (HAWORTH, 1929).

Por volta de 1948, um “triacetato” de celulose contendo 43% a 44% de acetil, menos delicado que o triacetato teórico, entrou em uso como base para filmes nos Estados Unidos. Esta redução da quantidade de acetil em relação à

quantidade teórica foi necessária para que fosse possível obter a solubilidade desejada. Outro tipo semelhante de triacetato de celulose era fabricado na década de 60 na Europa e Ásia.

O triacetato de celulose proporcionou, pela primeira vez, uma base segura para filmes, tendo rigidez suficiente para a fabricação de filmes de 35mm com figuras em movimento para uso em teatros, sendo utilizado, ainda, em diversos filmes de rolo e de lâmina. A introdução deste material no mercado permitiu que a fabricação de bases para filmes com nitrato fosse descontinuada nos Estados Unidos. (HAWORTH, 1929).

4.4.8 Resinas sintéticas

Apesar de alguns ésteres celulóides serem melhores do que outros como base para filmes, suas características de absorção à umidade resultam em mudanças dimensionais nos mesmos. Conseqüentemente, existe uma busca acerca de várias resinas sintéticas para a criação de um material plástico que não seja afetado pela água e atinja, ainda, os outros requisitos essenciais para uma base para filmes fotográficos.

Os materiais conhecidos até a década de 60 eram de difícil fabricação enquanto filmes transparentes ou então apresentavam outros problemas. As resinas sintéticas mais utilizadas comercialmente como filme desde então incluem o acetato de policloreto de vinila, o poliestireno e poliésteres, como o polietileno tereftalato e o bisfenol-A policarbonato.

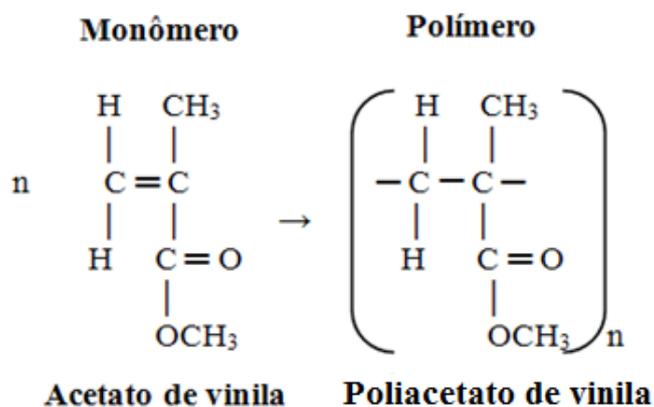
4.4.8.1 Acetato de policloreto de vinila

O acetato de policloreto de vinila (PVA) rígido contendo aproximadamente 90% de cloreto de vinila e 10% de acetato de vinila como um extensão muito limitada para filmes de arte gráfica dimensionalmente estáveis entre 1945 e 1955. Estes filmes não contêm solventes ou plastificantes, sendo produzidos por calandramento entre rolos quentes.

O PVA é bastante resistente à umidade, mas sofre de uma baixa temperatura de amaciamento, de cerca de 70°C, e de fragilidade. Porém, a maior dificuldade do uso deste material é sua indisponibilidade em uma forma

límpida e transparente em comprimentos contínuos, sendo disponível apenas como uma superfície áspera, originária do processo de calandramento.

Figura 26 - Reação de polimerização do acetato de vinila.

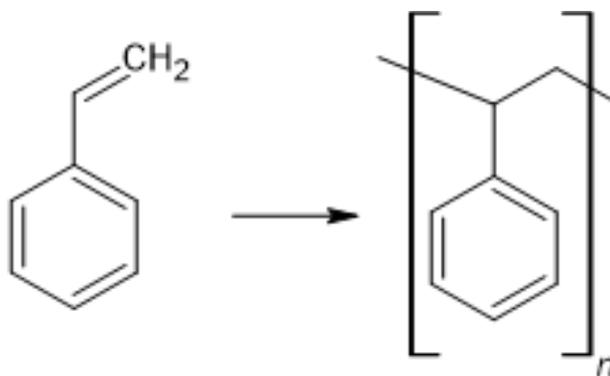


Fonte: adaptado de HAWORTH (1929).

4.4.8.2 Poliestireno

O poliestireno não é uma resina sintética muito nova. Na verdade, ele vem sendo utilizado na moldagem de conjuntos de artigos de cozinhas, brinquedos e outros numerosos artigos desde 1935. A polimerização do estireno (Figura 27) ocorre por meio de seu aquecimento isoladamente ou com o uso de catalisadores.

Figura 27 - Polimerização do estireno



Fonte: adaptado de HAWORTH (1929).

Polímeros comerciais contêm de 500 a 2000 unidades monoméricas, que correspondem a massas moleculares de 50.000u a 200.000u. Apesar de o poliestireno ser solúvel em diversos solventes, não é prático transformá-lo em filme a partir de uma solução.

Na sua forma inicial, o poliestireno é um plástico um tanto quanto frágil e um pouco inadequado para uso como base para filmes. Todavia, foi descoberto que ocorre uma notável melhoria em sua flexibilidade se uma lâmina de poliestireno for biaxialmente orientada por estiramento em ambas as direções enquanto ele se encontrar aquecido.

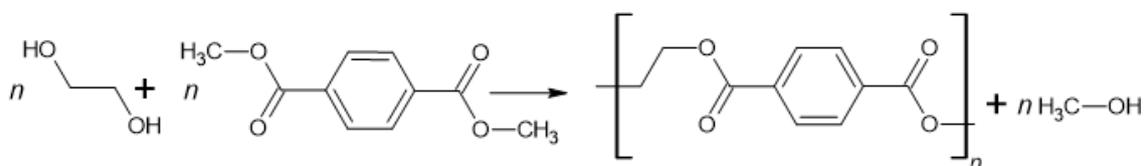
O poliestireno orientado tem sido utilizado como base especialmente para filmes de arte gráfica desde 1954, devido a sua melhoria de estabilidade dimensional. Ele possui excelente resistência à umidade e propriedades físicas adequadas para a maioria dos filmes de lâmina. Entretanto, a base de poliestireno não tem sido utilizada para filmes aéreos ou filmes com figuras em movimento, particularmente por causa de sua resistência a rasgos e suas características de força sob tensão.

O poliestireno é também suscetível a estresse excessivo, sensibilidade esta que é aumentada, por exemplo, por certos solventes de limpeza. Ele também possui baixa temperatura de amaciamento (100°C), mas não tão baixa quanto a do PVA.

4.4.8.3 Polietileno tereftalato

O polietileno tereftalato (PET) é o único tipo de poliéster que foi utilizado primeiro como fibra e que é relativamente novo no campo de bases para filmes. O polímero foi descoberto por Whinfield e Dickson em 1941, mas seu desenvolvimento comercial se tornou maior a partir da Segunda Guerra Mundial. Ele é produzido a partir do etilenoglicol e do dimetil tereftalato, por meio de troca intermolecular de ésteres e polimerização com eliminação de metanol (Figura 28).

Figura 28 - Reação de síntese do polietileno tereftalato.



Fonte: adaptado de HAWORTH (1929).

Esta reação de policondensação, representada pela equação acima, requer um catalisador adequado e calor. No decorrer da reação, um constante aumento na viscosidade ocorre até que seja atingida a massa molecular desejada, de aproximadamente 25.000u.

O poliéster tereftalato é insolúvel nos solventes comuns, sendo, portanto, impraticável sua conversão em base para filmes por meio de fundição por solvente. Ao invés disto, ele é fundido a partir do ponto de fusão, como poliestireno.

O PET pode ser amorfo ou ter vários graus de cristalinidade, dependendo do aquecimento recebido no processo de produção. Ele funde a aproximadamente 260°C e, se rapidamente resfriado, mostra praticamente nenhuma cristalinidade.

Se o PET for aquecido além de sua temperatura de transição de segunda ordem, que é de aproximadamente 80°C, ele cristaliza gradualmente a uma taxa que aumenta com a temperatura. Isto faz com que ele se torne opaco e quebradiço. Todavia, excelentes propriedades físicas podem ser obtidas por orientação biaxial e aquecimento adequado.

O filme de poliéster tereftalato surgiu comercialmente em 1955, encontrando um lugar útil na indústria de artes gráficas em aplicações nas quais a estabilidade dimensional é importante.

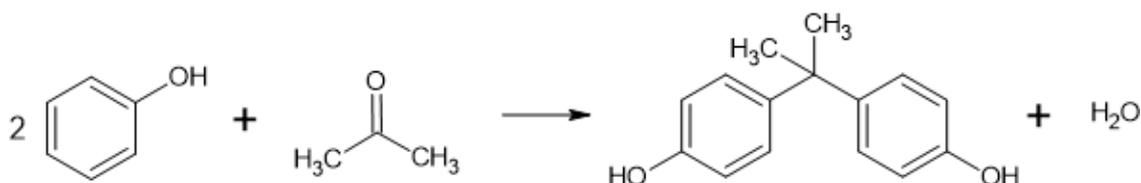
Ele também se mostrou vantajoso para filmes industriais que objetivavam a reprodução de desenhos mecânicos e mapas, não somente por causa de suas excelentes características de comportar grandes tamanhos, mas também por conta de sua grande dificuldade em rasgar, o que significa uma vida mais longa para grandes lâminas que precisam ser manuseadas com frequência.

A proposta de uso do PET em filmes com figuras em movimento mais finos e em rolos maiores não chegou a ser posta em prática por conta de problemas como ajuntamento (solubilidade limitada) e estática (baixa condutividade elétrica).

4.4.8.4 Bisfenol-A policarbonato

Outro poliéster utilizado como base para filmes é o bisfenol-A policarbonato, surgido na Alemanha em 1957. Um método de preparação do polímero é começar com o bisfenol-A, que é produzido na reação de fenol e acetona (Figura 29).

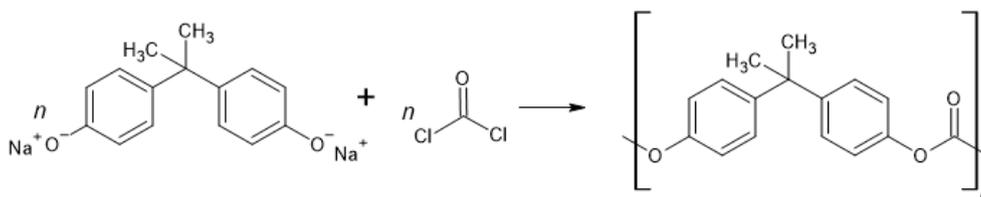
Figura 29 - Reação de síntese do bisfenol-A.



Fonte: adaptado de HAWORTH (1929).

O bisfenol-A é, então, dissolvido em solução de hidróxido de sódio e tratado com gás fosgênio. Um policarbonato linear é obtido (Figura 30), tendo uma massa molecular maior que 150.000u:

Figura 30 - Reação de síntese de um policarbonato a partir do bisfenol-A.



Fonte: adaptado de HAWORTH (1929).

O bisfenol-A policarbonato também encontrou aplicações no campo de plásticos moldados, por conta de sua alta resistência a impactos. Ele possui

algumas das vantagens do polietileno tereftalato para base de filmes – baixa absorção de umidade e dificuldade em rasgar – e, adicionalmente, é solúvel em cloreto de metileno. Portanto, ele pode ser fundido a partir de solventes do mesmo modo que os filmes de ésteres de celulose.

O policarbonato também pode ser moldado a partir do ponto de fusão, se desejado. Propriedades úteis podem ser obtidas sem orientação biaxial, porém a alta força do PET não pode ser alcançada.

A base de bisfenol-A policarbonato tem sido utilizada, em uma extensão limitada, para filmes de artes gráficas por conta de sua estabilidade dimensional com respeito à humanidade. Entretanto, ele possui a rigidez e o baixo coeficiente térmico do polietileno tereftalato.

“A melhor coisa sobre uma imagem é que ela nunca muda, mesmo quando as pessoas nela mudam.” - Autor Desconhecido.

5 QUÍMICA E O CONTEXTO ATUAL PELA BNCC

“O importante é não parar de questionar.” - Albert Einstein

Na sociedade contemporânea, as relações de trabalho, a participação social e política, a vida familiar e comunitária e a cultura trazem desafios para a educação tanto no contexto mundial como no contexto brasileiro.

Constantemente, busca-se pela formação de cidadãos capazes de assumir uma postura autônoma, crítica e criativa frente aos desafios, pautados por atitudes e valores éticos, para conviver democraticamente em sociedade. Para tanto, faz-se necessário que o indivíduo tenha acesso, quando possível, a uma fundamentação teórica aliada à prática, superando visões dicotômicas e hierárquicas.

Acredita-se que a partir dessa compreensão, além dos ganhos sociais e pessoais do educando, lhe será permitida a inserção no mundo do trabalho, porque ele compreenderá seu funcionamento, contribuindo para uma sociedade mais humana e de responsabilidade social e ecológica.

Essa ideia é reforçada por meio do conceito de alfabetização científica, que visa fornecer as habilidades importantes ao estudante, de modo que este venha a ter a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais: a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e a compreensão das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SASSERON & CARVALHO, 2011).

O método educacional no Brasil sofreu, em grande parte, a influência do positivismo, que visou adotar apenas o real e inquestionável como orientador na grade pedagógica na área de ensino (ISKANDAR e LEAL, 2002). A interdisciplinaridade tem como um de seus focos, romper com esse pensamento fragmentador dos saberes, promovendo o diálogo e comunicação entre a ciência e o social.

Segundo Rosa e Rossi (2008) e Ministério da Educação (2006), a busca por novas metodologias e estratégias de ensino é ainda um desafio para os professores, pois essas precisam ser acessíveis, modernas e de baixo custo. A arte, já em seu bojo criativo, dispõe de certa autonomia para a proposição, a

modificação e a testagem de metodologias que partem do pressuposto da criação artística e poética.

O ensino de ciências por sua vez, tem a finalidade de promover o entendimento das transformações da natureza de forma lógica e, com isso, identificar as mudanças que ocorrem e promover o entendimento dos conceitos por trás destes fenômenos, dando possibilidades para a resolução de problemas (GIORDAN, 1999). Porém, para que o conhecimento científico seja compreensível pelos alunos, ele deve estar presente em sua rotina, ou seja, incluso na sua vivência diária.

Das disciplinas ministradas, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, a química é citada pelos alunos como uma das mais difíceis e complicadas de estudar, e que sua dificuldade aumenta por conta de ser abstrata e complexa. Eles alegam a necessidade de memorizar fórmulas, propriedades e equações químicas. (SILVA, 2011, p.7).

A interdisciplinaridade complementa o ensino de ciências, favorecendo essa união de ciência e prática social, pois proporciona a comunhão entre as disciplinas antes fragmentadas, possibilitando um aprendizado alicerçado em uma visão global de mundo (SANTOS, 2014).

Segundo a BNCC, o novo ensino médio de ciências da natureza deve ter como competências específicas três processos:

CP1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

CP2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

CP3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

A partir dessas três competências, cada uma terá suas próprias habilidades que são elas:

CP1:

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.

(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/ benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.

CP2:

(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.

(EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT206) Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

(EM13CNT207) Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

CP3:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

É de suma importância ressaltar que todas as competências têm habilidades que se conectam com a fotografia analógica, como por exemplo a CP1 com a habilidade EM13CNT104, a CP2 com a habilidade EM13CNT203 e a CP3 com a habilidade EM13CNT307. Com isso vemos a conexão que esse novo ensino nos propõe com o propósito de facilitar e conectar o máximo de áreas e campos possíveis envolvendo todas as ciências.

Segundo a BNCC, a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas – integrada por Filosofia, Geografia, História e Sociologia – propõe a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental, sempre orientada para uma educação ética.

Entendendo-se ética como juízo de apreciação da conduta humana, necessária para o viver em sociedade e em cujas bases destacam-se as ideias de justiça, solidariedade e livre-arbítrio, essa proposta tem como fundamento a compreensão e o reconhecimento das diferenças, o respeito aos direitos humanos e à interculturalidade, além do combate aos preconceitos.

Diante da importância dos estudos de ciências para a compreensão de mundo, as disciplinas oferecidas aos estudantes têm o intuito de complementar o seu saber e favorecer a compreensão de mundo.

Ao aprender química, cria-se a possibilidade para a compreensão das transformações macroscópicas da natureza pelos processos de mudanças microscópicas que nela acontece, como os ciclos biogeoquímicos e decomposição de materiais, que são exemplos destas transformações (BRASIL, 2002).

O entendimento de conceitos químicos é importante para o desenvolvimento do pensamento crítico do aluno, pois promove uma nova forma de observar o mundo, desenvolvendo capacidades que possam o tornar um modificador da natureza às suas necessidades com cidadão, possibilitando o questionamento da realidade e reformulação do contexto em que esse está inserido por aplicação de pensamentos lógicos e intuitivos (BRASIL, 1997).

A química está presente no contexto social de diferentes maneiras, com isso, ela pode ser altamente atrativa para os estudantes. No entanto, a disciplina tem um alto nível de rejeição devido, na maioria das vezes, ser ministrada salientando os aspectos abstratos, não possibilitando a ligação entre a teoria e cotidiano. Logo, a falta de contextualização a torna distante da vivência dos estudantes, promovendo o distanciamento destes com a disciplina. Silva reforça isto quando comenta que:

Este tipo de relato é comum em várias partes do país, onde quando perguntados aos alunos tendem a definir a química como incompreensível, pelo fato de ser abstrata e repetitiva no que se refere à memorização de fórmulas, conceitos e nomenclaturas.

Algumas metodologias diferenciadas são propostas para a reformulação na forma com a qual os conteúdos de química são expostos em sala de aula. A pedagogia, por ação de projetos, é uma das formas utilizadas por educadores quando se menciona a quebra deste modelo de transmissão recepção, pois, como mencionado por Silva (2008), a pedagogia de projetos rompe com as formas tradicionais com as quais se organizam os currículos, oferecendo uma variação na estrutura rígida que se apresentam os conteúdos nos livros didáticos e planejamentos dos professores.

Outra frequente reclamação dos estudantes é a falta de experimentação nas aulas de química. Como a disciplina apresenta um viés experimental, muitos têm a curiosidade de observar reações acontecerem ou de realizarem eles mesmos os procedimentos. No entanto, muitos professores não utilizam este tipo de abordagem. Esta falta contribui para que ocorra distanciamento dos alunos perante o conteúdo apresentado. Guimarães ainda argumenta:

[...] A experimentação tem por finalidade, servir como ponte ligando conceitos que antes eram abstratos a situações reais dos alunos, pois, ao trabalhar com processos experimentais, ele desenvolverá suas capacidades críticas e investigativas, e com isso poderá utilizar-se dos conceitos adquiridos em sua vivência e junto à teoria promover a composição de seu novo conhecimento [...]

O professor surge como orientador na construção do conhecimento do aluno, promovendo a interação entre conceito e experimentação, no intuito de auxiliar a construção do saber do estudante. Com isso, ele desloca a fonte de criação do conhecimento para o aluno e promove a construção coletiva dos saberes (GUIMARÃES, 2009).

Aulas experimentais podem surgir como ferramenta nessa modalidade, pois permite ao aluno conjecturar sobre como os conteúdos expostos durante as aulas, pois dialogam com a prática, promovendo e aperfeiçoando o desenvolvimento de seu pensamento crítico (GUIMARÃES, 2009).

Quando frente a uma prática experimental, o aluno poderá desenvolver a capacidade de ordenar as variáveis e selecionar os resultados de acordo com a importância para a compreensão do fenômeno observado, capacidades estas que possibilitam ao estudante avaliar o seu meio e torna-se ativo perante ele, modificando-o (GUIMARÃES, 2009).

É inegável a importância da experimentação para o ensino de química. Uma prova disso é a enorme variedade de artigos, livros e trabalhos de conclusão de cursos (Graduação, Especialização, Mestrado e Doutorado) envolvendo esta estratégia de ensino (PACHECO, 1997).

Por estar diretamente ligada à química, a experimentação ainda é uma das melhores ferramentas para estar presente ao se trabalhar com a disciplina, pois possibilita o reforço e a assimilação dos conceitos vistos previamente em aulas teóricas e possibilita a interação dos alunos com a química prática, além de desenvolver outras competências, como trabalho em equipe,

responsabilidade e o raciocínio lógico, capacidades que vão além dos conteúdos de química em si. Ou seja, ela proporciona uma experiência fundamental na formação tanto do aluno como do cidadão (PACHECO, 1997).

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. (GUIMARÃES, 2009, p. 1).

6 PLANO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: DESPERTANDO A CURIOSIDADE, FOCANDO NA CAPTURA E EXPERIMENTANDO A REVELAÇÃO

“Não tenho nenhum talento especial, só tenho paixão em minha curiosidade.” – Albert Einstein

Atualmente a fotografia e as mídias sociais estão bem presentes no dia a dia das pessoas, tanto dos jovens como dos adultos. Tomando isso como base, o nosso trabalho de captura de atenção e curiosidade sobre o tema da fotografia analógica será abordado aos alunos.

Como o nosso público é o ensino médio, levaremos curiosidades e fatos sobre a fotografia desde o seu início, até aos dias atuais e a partir disso faremos com que os jovens se interessem e despertem a sua curiosidade no assunto, tendo em mente que não será difícil sendo que é algo que já está envolvido no seu dia a dia.

A parte teórica seria desenvolvida em sala de aula. Com ela, levaremos os alunos a uma aula introdutória da fotografia analógica, onde ele se depara com situações que envolvem a química e a física. A partir dessas situações e do estudo que ele fizer sobre o tema, ele estaria preparado para identificar conceitos e momentos históricos, sociais, químicos e físicos.

Nesse estudo, o aluno verá os conceitos de fotografia analógica, tais como composição, enquadramento e exposição. Logo após os conceitos de fotografia, ele verá os conceitos químicos e físicos.

Nos conceitos químicos, ele verá como irá revelar o filme, qual reagente irá usar, qual a solução causa tal efeito, qual produto e qual os químicos envolvidos para uma revelação com êxito, tudo isso voltado a óxido-redução. Já na parte física, será abordado todo o funcionamento da Câmera Analógica, tanto sobre o corpo da Câmera como a estrutura da lente, passando pelos conceitos e os fenômenos de luz e sombra.

A sequência didática será dividida em três momentos. Ou seja, três aulas com uma média de 50 minutos, cada momento será focado em uma experiência. Essa experiência será direcionada aos alunos do segundo ano do ensino médio, pois o tema principal que trabalharemos será óxido-redução.

6.1 Primeiro momento – a curiosidade

Sabemos que a curiosidade é o que mais impulsiona o ser humano e não seria diferente com o tema da fotografia relacionada a química.

O objetivo deste momento será fazer com que os alunos sintam curiosidade em saber como a fotografia evoluiu ao longo do tempo e o que a química influenciou nessa evolução.

Para isso, a proposta é trabalhar com uma aula expositiva e dialógica com discussão acerca do questionamento, ou seja, usa-se o método do brainstorming jogando uma ideia inicial para despertar os questionamentos dos alunos. Essa ideia inicial seria voltada ao período renascentista ou neoclassicista e usaria exemplos de obras de artes (a Mona Lisa, por exemplo), para questionar o porquê de a fotografia ter sido criada e para que ela foi criada, já que naquele período artístico já existia a pintura, que registrava fatos históricos, paisagens ou até mesmo pessoas.

A ideia do brainstorming é fazer uma sequência cronológica dos principais fatos e evoluções da fotografia e da química até os dias atuais. Após essa sequência, daríamos continuação abordando os conceitos químicos usados antigamente, e interligando-os com o assunto escolhido a ser estudado (no caso, oxirredução).

A partir do fim do brainstorming seria introduzido ao aluno uma pequena curiosidade, como por exemplo:

“Vocês sabiam que a primeira fotografia brasileira foi tirada por um francês na cidade do Rio?”

A partir dessa curiosidade, espera-se que surjam dúvidas dos alunos e que elas, juntamente com sugestão de pesquisa, conduzam o processo de aprendizado e fixação do assunto que vai se desenvolvendo.

Como a fotografia analógica é basicamente oxido-redução, abordaríamos esse conceito. Assim juntar-se-ia tanto a fotografia como a química para o aluno já ir compreendendo a conexão entre essas duas áreas e que, apesar de parecer bem distintas, caminham juntas desde o período da criação da fotografia.

No modelo (1) de explicação, ter-se-ia a contextualização da fotografia com a química (no caso, a oxido-redução). A maneira abordada proposta será

de uma linguagem simples e de fácil compreensão para o aluno, já que se acredita que não estão familiarizados com os temas abordados, como a fotografia e oxido-redução. Com isso, a explicação não ficará abstrata para o entendimento, pois acredita-se já ser um assunto que o aluno tem algum conhecimento devido aos seus estudos de rotina e se pressupõe que a turma já tenha uma base sobre o processo de redox trazida do primeiro ano.

MODELO 1:

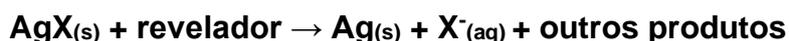
O filme fotográfico contém uma suspensão de sais de prata, como o cloreto de prata e o brometo de prata, que escurecem quando são atingidos pela luz. Isso acontece não por causa da presença do cloreto ou do brometo, mas sim da prata.

Ocorre a redução dos íons prata (Ag^+) quando eles são incididos pela luz, originando a prata metálica finamente dividida, que é preta. Grãos de um halogeneto de prata (normalmente $\text{Ag}^+ \text{Br}^-$), constituem a película do filme fotográfico sensível a luz. Esses halogenetos estão espalhados na gelatina de acetato de celulose.

Assim, é visto um contraste nos negativos que reproduzem a imagem. A redução dos íons prata também ocorre no momento da revelação, como será explicado um pouco adiante.

A redução de um composto ocorre quando ele ganha elétrons de outra espécie química e seu NOX (número de oxidação) diminui. Simultaneamente a esse processo, ocorre a oxidação do outro composto, que agiu como o agente redutor, doando os elétrons.

Portanto, o caso da formação de uma imagem em um filme fotográfico envolve uma reação de oxirredução, onde o sal de prata contido no filme reduz e a substância que constitui o revelador oxida. Genericamente, o processo pode ser representado por:



Onde X é um halogênio, como o cloro e o bromo.

Já na parte voltada a revelação do filme, utiliza-se um redutor orgânico, a hidroquinona, para tratar o filme que foi exposto. Esse tratamento é executado no escuro. As partículas de AgBr são reduzidas à prata metálica pela exposição

de luzes sensíveis enquanto a hidroquinona é oxidada a quinona. Os átomos de prata que formam a imagem latente também exercem a função de catalisadores da reação.

Figura 31 - Processo de revelação da fotografia.



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/759138080922055381/> Acessado em 23/03/2023

O negativo possui a grande quantidade de prata metálica espalhada nele, sendo a região mais clara do objeto fotográfico. Os tons de cinza aparecem nas áreas na qual os grãos de AgBr forma expostos medianamente e o branco aparece nas áreas em que não ocorreu o contato com a luz (neste caso, o AgBr não é reduzido).

Uma dúvida que sempre surge é se é possível ter uma cópia Positiva do filme. E sim, é possível. Para obter uma cópia positiva, seguem-se basicamente as mesmas etapas da negativa.

É necessário colocar o negativo sobre um papel fotográfico contendo uma camada de AgBr em gel. A quantidade de luz que atravessa o negativo e chega ao papel fotográfico é inversa a quantidade de luz que atravessa o papel,

sendo, portanto, relacionada inversamente a quantidade de prata metálica no negativo. Neste caso, acontece que todas as partes claras do negativo correspondem às escuras do positivo e vice-versa.

Figura 32 - Quarto escuro com fotos penduradas para secagem.



Fonte: http://museuartesacra.org.br/oficina-de-fotografia-pinhole/pinhole_processo-de-revelacao-9/ Acessado em 23/03/2023

O tempo determinado para a abordagem desse conteúdo será de duas aulas que será dividido da seguinte forma:

- Brainstorm sobre a cronologia da fotografia;
- Química na evolução fotografia;
- Oxido-redução;
- Indagações e spoilers para próxima aula;

Os livros utilizados como base foram:

DAVID CAMPANY. Photography: The Whole Story.

BRIAN DILG, 30-Second Photography.

MARTHA REIS. Química: Ensino médio /. - 2. ed. - São Paulo: Ática, 2016.

6.2 Segundo momento – o foco

Nesse segundo momento, o nosso foco seria na parte da captura da imagem, ou seja, a parte teórica vista na aula passada seria aplicada nesta aula, e ocorria fora da sala de aula, mas ainda dentro da escola, eles teriam todo o ambiente escolar disponível para explorar e fotografar.

A proposta é dividir grupos com a média de 5 a 6 participantes, resultando num total de 4 grupos. A cada grupo seriam entregues uma Câmera Analógica e um filme de 35 mm de sal de prata. Cada Rolo de filme tem a possibilidade de fazer em média 20 registros. Portanto, o grupo teria cerca de 20 chances para conseguir fazer uma captura que remetesse algo do cotidiano deles ou da escola, para que essa captura seja revelada e exposta no final do trabalho.

A sequência didática seria aplicada da seguinte forma:

Na primeira etapa (primeira aula), abordaríamos a introdução a câmera analógica e ao filme 35mm de sal de prata. Abordaríamos questões básicas, mas importantes para o decorrer da atividade, como enquadramento, questão de luz ambiente e como funciona o tempo da queima do filme.

Na segunda etapa (segunda aula), os grupos seriam divididos e, em seguida, cada grupo iria para uma parte da escola. Nessa parte escolhida, os grupos iriam fotografar algo que eles achassem relevante e que mostra a rotina deles ou algo do ambiente escolar e o que isso poderia agregar para a comunidade da escola.

A terceira e última etapa (segunda aula) seria o pós-captura. Os alunos voltariam para a sala de aula e seriam indagados com perguntas sobre o processo criativo deles, se nesse processo apareceu alguma dúvida e se eles conseguiram resolver ou não. Após esse momento, ocorreria encerramento da aula.

Essa aula seria voltada a parte prática, ou seja, grande parte da aula seria fora da sala de aula, num ambiente externo, possibilitando a interação do aluno com o ambiente e com seu entorno. Acredita-se que nesse segundo momento pode-se trabalhar a interdisciplinaridade da química com as outras disciplinas estudadas pelos alunos, como, por exemplo, a questão da física e da arte. A física pela questão da perspectiva, ótica e luz, já que os alunos vão

perceber os conceitos e aplicá-los para fotografar, e a arte pelo olhar criativo de cada grupo e de cada aluno.

O tempo determinado de cada etapa seria em duas aulas, com cada momento dividido da seguinte forma:

Primeira aula:

- Introdução a câmera e ao filme analógico;

Segunda aula:

- Captura das imagens;
- Discussão e considerações sobre a experiência obtida fotografando;

6.3 Terceiro momento – a revelação

O terceiro e último momento é caracterizado pela revelação. Nessa etapa, os alunos colocaram em prática todos os conceitos de óxido-redução que eles aprenderam tanto nas aulas teóricas para fazer a revelação das fotos que eles capturaram como nos conceitos prévios visto no primeiro ano. Essa última etapa da sequência didática será dividida em 2 momentos:

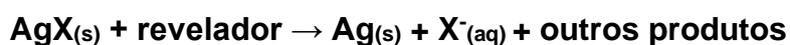
A primeira etapa será uma revisão sobre óxido-redução aplicada no conceito de fotografia, comentando sobre os compostos químicos que são necessários para revelação da foto. Podemos contextualizar o assunto como o modelo (1) que interliga a química com a rotina.

MODELO (1):

A revelação de fotos é um processo muito mais químico do que se imagina. Quartos escuros de filmes, com luz baixa, normalmente vermelha, varal de fotos, bandejas com algum líquido que ninguém sabe ao certo o que é... bem, tudo isso tem uma explicação: Química! Pura e simplesmente Química.

O processo de revelação de fotos tem como objetivo transformar a imagem do filme fotográfico em uma foto (imagem visível). Os filmes possuem sais de prata (cloreto de prata, AgCl, brometo de prata, AgBr,). Tais compostos, quando expostos à luz, sofrem redução (ganho de elétrons e diminuição no NOX) e escurecem. Isso ocorre porque a prata, após a incidência luminosa, recebe a coloração preta e o nome de prata metálica.

Como consequência, a foto torna-se visível através do contraste entre a prata escurecida e o restante da foto. Pode-se dizer, então, que o processo de revelação é um processo fotoquímico por oxirredução equacionado por (sendo X pertencente ao grupo dos halogênios):



A segunda etapa será a parte prática, cuja proposta levará a revelação em si. Nesse momento, um aluno de cada grupo irá para a sala com o professor para fazer a revelação das fotos escolhidas.

A sala da revelação é uma sala toda vedada contra a luz, na escola deve ser escolhida uma sala, onde possa ser vedada a entrada de luz, com isso, a luz não entra na sala e não atrapalha o processo de revelação das fotos. Como o filme utilizado foi o de sal de prata, podemos utilizar uma luz guia vermelha porque a frequência de onda dela não afeta o filme de sal de prata. Ou seja, a luz vermelha não atrapalhará o processo de revelação porque não consegue oxidar o sal de prata.

Antes da revelação em si, será realizado um estudo sobre revelação para que todos os alunos fiquem familiarizados com o tema. Como é um aluno de cada grupo, mesmo que os outros integrantes não revelem as fotos, eles ficarão familiarizados com o assunto e aptos a realizarem a revelação. A explicação e contextualização sobre revelação pode ser baseada no Modelo (2).

MODELO (2):

A REVELAÇÃO DE FOTOS ACONTECE EM 5 ETAPAS:

1. REVELAÇÃO

No primeiro processo é utilizado o revelador (composto químico alcalino, normalmente metol, $(C_7H_{10}NO)_2SO_4$, ou hidroquinona, $C_6H_6O_2$), responsável por causar a oxirredução, que conclui a transformação dos haletos de prata para prata metálica finamente dividida.

2. INTERRUPÇÃO

Na segunda parte, utiliza-se um produto químico capaz de interromper o processo primário. Tal composto deve se tratar de um ácido para ser capaz de neutralizar o efeito básico do revelador. Normalmente o ácido utilizado é o vinagre ou ácido cítrico. A interrupção é necessária pois, caso contrário, o revelador continuaria escurecendo a foto até que estivesse totalmente preta.

3. FIXAÇÃO

Nesta etapa, o objetivo é tornar os sais de prata que não reagiram solúveis em água. Isso porque, se a prata restante continuar na foto, com o tempo e exposição à luz, pode se decompor e manchar a imagem visível. Para tanto, utiliza-se um fixador a base de tiosulfato de sódio, capaz de transformar os cristais de prata em resíduos solúveis em água.

4. LAVAGEM

Como o próprio nome já diz, agora as fotos passam pela água corrente por alguns minutos. Assim, retiram-se os resíduos químicos restantes. Tal processo se dá por difusão: os compostos químicos migram do meio saturado para a água (meio insaturado) buscando alcançar o equilíbrio químico. A lavagem permite uma fotografia durável e de boa qualidade.

5. SECAGEM

Por fim, a fotografia é posta nos varais para que seque naturalmente. Para aumentar a rapidez do processo, há também a opção de inserir a foto em uma estufa a até 40 graus célsius.

Após a revelação, o professor conduzirá os alunos para um debate curto no intuito que eles verbalizem com as considerações da aula, sendo proposta uma atividade para o grupo com o objetivo de avaliar o alcance dos conhecimentos obtidos e pelos alunos sobre as aulas. A sondagem será baseada em apenas uma pergunta, até pelo tempo da aula em si. A questão será baseada no modelo (3), conforme abaixo:

MODELO (3):

(UFRGS 2015) - Postar fotos em redes sociais pode contribuir com o meio ambiente. As fotos digitais não utilizam mais os filmes tradicionais; no entanto os novos processos de revelação capturam as imagens e as colocam em papel de fotografia, de forma semelhante ao que ocorria com os antigos filmes. O papel é então revelado com os mesmos produtos químicos que eram utilizados anteriormente. O quadro abaixo

apresenta algumas substâncias que podem estar presentes em um processo de revelação fotográfica.

SUBSTÂNCIA	FÓRMULA
Brometo de prata	AgBr
Tiosulfato de sódio	Na ₂ S ₂ O ₃
Sulfito de sódio	Na ₂ SO ₃
Sulfato duplo de alumínio e potássio	KAl(SO ₄) ₂
Nitrato de prata	AgNO ₃

Sobre essas substâncias, é correto afirmar que os átomos de:

- A) Prata no AgBr e no AgNO₃ estão em um mesmo estado de oxidação.;
- B) Enxofre no NaS₂O₃ e no Na₂SO₃ estão em um mesmo estado de oxidação;
- C) Sódio no NaS₂O₃ estão em um estado mais oxidado que no NaS₂O₃.;
- D) Enxofre no NaS₂O₃ estão em um estado mais oxidado que no Na₂SO₃.;
- E) Oxigênio no KAl(SO₄)₂ estão em um estado mais oxidado que no AgNO₃.

O objetivo dessa questão vai além de dizer qual a resposta é a certa. O real foco será o grupo discutir qual é sobre a resposta correta, porque ela é certa e porque as outras demais questões estão erradas. As respostas do grupo ao todo serão avaliadas.

Após a atividade, a aula será encerrada e, como avaliação individual, os alunos receberão via e-mail, onde um e-mail será solicitado que eles façam uma dissertação dizendo o que aprenderam nas aulas e como essas aulas influenciarão na rotina deles, tanto no campo da fotografia como em outro campo que envolva o assunto da óxido-redução.

Essa atividade tem um caráter qualitativo, ou seja, cada aluno será avaliado individualmente. Assim, juntando a avaliação do grupo com a avaliação individual, eles terão a nota final.

A organização determinada de cada etapa seria dividida da seguinte forma:

- Conceitos de oxido-redução para a revelação fotográfica;
- Revelação das fotos;
- Questão para o grupo;

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se, de acordo com a revisão de literatura, que a fotografia e a química estiveram juntas desde o início da fotografia e assim evoluíram e evoluem até os dias atuais.

A partir da proposta de estudo abordado por esta monografia, pode-se contemplar toda a história da fotografia, desde quando ela surgiu até os dias atuais e o impacto e a evolução que a química teve para esse processo.

A ideia de trazer a química junto à fotografia possibilitará transitar entre vários momentos da história, com a evolução do homem diante desse encontro e de como ele lida com a fotografia no contexto social de sua vida.

Além de ser baseada na fotografia e na química, procurou-se abordar temas interdisciplinares, como o contexto social do ser humano, os períodos históricos que marcaram cada evolução da fotografia e da química e o olhar artístico de cada período, possibilitando, assim, uma visão holística sobre os conteúdos.

Portanto, acredita-se que a presente monografia agregará o estudo da química voltada ao novo ensino na visão da BNCC, possibilitando uma sequência didática envolvendo os temas estudados e abordados neste trabalho, mas com atividades voltadas ao ensino médio com tema de óxido-redução.

O processo desenvolvido neste trabalho leva à conclusão de que o professor de química pode utilizar do tema fotografia como parte da estratégia para o tema óxido-redução ministrado no ensino médio e, assim, dirimir as dificuldades no aprendizado desse conteúdo.

REFERÊNCIAS

ADAMS, Ansel. Histoire de la photo: Trois grandes étapes techniques dans l'histoire de la *photographie*, Serra Nevada, 1944.

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) – Fonte:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_e_mbaixa_site_110518.pdf Acessado em: 23/03/2023.

BASSALO, J.M.F (1986). A Crônica da Ótica Clássica. Caderno Catarinense de Ensino de Física. v. 3, n. 3, p. 138-159, dez. Florianópolis.

BASSALO, J.M.F (1989). A Crônica da Ótica Clássica (Parte III: 1801-1905). Caderno Catarinense de Ensino de Física. v. 6, n. 1, 37-58, abr. Florianópolis.

BATISTA, Marcos H. de Tarso. *A transição da fotografia analógica à fotografia digital*, Faculdade de comunicação, artes e design do centro universitário nossa senhora do patrocínio, 2011.

BRASIL, Secretária de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Secretária de Educação Fundamental – Brasília – DF, MEC/SEF, 1997.

BUSSELLE, M. Tudo sobre fotografia. São Paulo: Thomson Pioneira, 1979. 11. reimp. da 1. ed.

CALHOUN, J. BIO. Phot. Assoc. 21, No. 3, 1 (1953).

CLAYDEN, J.; GREEVS, N.; WARREN, S.; WOTHERS, P. Organic Chemistry. Nova Iorque: Oxford University Press Inc., 2001. p.125

CORRÊA, JULIANA ROSA. *A evolução da fotografia e uma análise da tecnologia digital*, UFV, Viçosa – MG, 2013.

CUMMINGS, HUTTON AND SILFIN, J. SOC. Mot. Pict. and Tel. Eng. 54, 268 (1950).

EDIZIONI, Bolis; NORTON, W.W. History of Leica, English Edition, 160 pages, 2004.

ERNEST. BALDWIN. The nature of biochemistry - by. 2ª ed. Oxford - London – 1967.

F.A. CAREY R.J. Sundberg Advanced Organic Chemistry, 2nd Edition.

FLUSSER, V. Filosofia da caixa preta. São Paulo: Hucitec, 1985.

FOCAL ENCYCLOPEDIA OF PHOTOGRAPHY. Nova Iorque: The Macmillan Co., 1956.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. Química Nova na Escola Vol. 31, N° 3, 2009.

HAWKINS. Pigment Processes. H. W. Greenwood & Sons, Londres.

HAWORTH, W. N. The Constitution of Sugars. Londre: Edward Arnold & Company, 1929.

HENNEY; DUDLEY. Handbook of Photography. Nova Iorque: McGraw-Hill Book Co., Inc., 1939.

HILL E WEBER, J. SOC. MOT. Pict. Eng. 27, 677 (1936).

KUBRUSLY, C. A. *O que é fotografia*. 4a ed. São Paulo: Brasiliense, 2006.

LANGFORD, M. Manual del laboratorio fotográfico. Madrid: Hermann Blume Ediciones, 1981. p. 323- 324.

MALM AND TANGHE, J. Ind. & Eng. Chem. 47, 995 (1955).

MALM, TANGHE AND LAIRD, J. Ind. & Eng. Chem. 38, 77 (1946).

MARIA M. DE OLIVEIRA. Experiencias exitosas com sequencias didáticas interativas (parte I) – 1. Ed. – Recife: EDUFRPE, 2017.

MARIA M. DE OLIVEIRA. Experiencias exitosas com sequencias didáticas interativas (parte II) – 1. Ed. – Recife: EDUFRPE, 2017.

MARQUES, Fernanda do Nascimento. A Química da Fotografia na Perspectiva CTS de Ensino. Universidade de Brasília Instituto de Química, Brasília – DF, 2012.

MARTHA REIS. Química: Ensino médio /. - 2. ed. - São Paulo: Ática, 2016.

MELO, Eurico C.C. *Fotografia: Da magia à químico – física*, SPQ (Sociedade Portuguesa de Química), julho, 1987.

MESQUITA, Rosa Maria. Comunicação Não-Verbal: Relevância na Atuação Profissional. Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, 11(2):155-63, jul./dez. 1997.

NEBLETTE, C. B. Photography – Its Materials and Processes. Nova Iorque: D. Van Nostrand Company, Inc., 1962. 1. reimp. da 6. ed.

NUCKOLLS AND MATSON, J. SOC. MOT. Pict. Eng. 27, 657 (1936).

RALPH E. JACOBSON ET AL., The Manual of Photography: Photographic and Digital Imaging. Focal Press, p. 208, 9a ed.

RODRIGUES, Ricardo Crisafulli. *Análise e tematização da imagem fotográfica*. Ci. Inf., Brasília, v. 36, n. 3, p. 67-76, set. /dez. 2007.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. Química Inorgânica. Porto Alegre: Bookman, 2006. 3. ed.

TOMODA, J. Soc. Sci. Phot. Japan 22, No. 2, 78-82 (junho de 1959). Tomoda e Kawasaki, Battelle Tech. Rev. 8, 146a (março de 1959).