

A Invenção dos Óculos Dimensionada por um Contemporâneo Olhar acerca da Ciência

Camila Muniz de Oliveira¹
João Marcos de Araújo Krachinski²
Felipe Fontana^{3/}

1. Graduanda em Física pelo Departamento de Ciências da Universidade Estadual de Maringá-PR – Câmpus Regional de Goioerê-PR (DCI, UEM/CRG).
E-mail para contato: camila_muniz98@hotmail.com
2. Graduando em Física pelo Departamento de Ciências da Universidade Estadual de Maringá-PR – Câmpus Regional de Goioerê-PR (DCI, UEM/CRG).
E-mail para contato:joao_akrachinski@hotmail.com.
3. Professor do Departamento de Ciências da Universidade Estadual de Maringá-PR – Câmpus Regional de Goioerê-PR (DCI, UEM/CRG). Formado em Ciências Sociais (DCS-UEM, 2010), Mestre em Ciências Sociais (PGC-UEM, 2013) e Doutor em Ciência Política pela Universidade Federal de São Carlos (PPG-Pol/UFSCar, 2017). Graduando em História pelo Departamento de História da Universidade Estadual de Maringá-PR (DHI-UEM) e Graduando em Pedagogia pelo Centro Universitário de Maringá-PR (UNICESUMAR-EaD).
E-mail para contato: buthjaum@gmail.com.

Resumo

Como estabelecer uma visão dinâmica sobre a ciência, diversificando a compreensão acerca da construção de saberes fundamentais para a nossa existência? Atualmente, pesquisadores vêm problematizando as representações celebrativas que conservamos em relação à ciência; de modo conexo, a Sociologia, a História, a Filosofia e a Antropologia – ao interporem questões sociais, políticas, econômicas, culturais, organizativas e, por vezes, subjetivas – são aliadas nesse processo justamente por interpelarem criticamente “o fazer científico ao longo do tempo”. Assim, propomos uma análise acerca dos óculos (tecnologia edificada graças à articulação de descobertas científicas ligadas à Física, especificamente à Óptica). Nesse sentido, abordaremos o surgimento dos óculos por meio da História e da Sociologia da Ciência para

observar as dimensões históricas amplas que deram origem a eles e o impacto vinculado à sua existência. Para isso, faremos uma análise: 1) da história dos óculos; 2) dos conceitos científicos, em suas versões mais acabadas, que são empregados na confecção deles; 3) das consequências ligadas à construção deste artefato. Essa atividade vai de encontro a posturas acríticas acerca da ciência; contudo, junto dela, evidenciaremos que uma tecnologia não é apenas um objeto “hightech”, eletrônico e conectado a uma rede de “wifi”: por trás de um “constructo tecnológico simples/rotineiro”, temos amplos conhecimentos físicos e um emaranhado que questões históricas subjacentes. Por fim, aludiremos sobre questões educativas circunscritas a promoção de um ensino “histórico-contextualizado” da ciência em nossas instituições de ensino.

Palavras-chave: história e sociologia da ciência; óculos; ciência, tecnologia e sociedade; educação científica.

A BUSCA DE UMA VISÃO MAIS DINÂMICA SOBRE A CIÊNCIA

A definição de ciência não é fácil de ser constituída. Contudo, é possível observar que após o Renascimento (1500) e a edificação de um novo momento histórico afeto à razão e à racionalidade humana como molas propulsoras do processo de construção do conhecimento, a ciência se tornou o “lócus” mais aceitável e coerente das interpretações e das “verdades” vinculadas à natureza física, ao espaço físico e à existência humana. Trata-se de uma visão eurocêntrica acerca da ciência (visão essa que perpassa nossos bancos escolares formativos, dos ensinamentos fundamental, médio, superior e de pós-graduação até os dias atuais).

Um dos eixos estruturantes do campo denominado de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é a possibilidade de compreendermos que há múltiplos pensamentos científicos. Ou seja, não é somente a concepção ocidental e moderna de ciência que é válida. Nesse sentido, observamos que a ciência dentro de uma vertente de CTS é considerada uma construção social, econômica, política, cultural e, não menos importante, intelectual. Na maioria dos casos, a concepção moderna de ciência exclui em grande medida outras formas de pensamentos científicos⁴. Dentre as várias possibilidades de se pensar em ciência ou em o que é ciência, aqui fazemos opção por aquela que pode ser considerada mais basililar, ou seja, mais conectada à proposta eurocêntrica de se interpretar a ciência e as representações sociais, alocados no senso comum, existentes sobre ela.

Sendo assim, tanto aquilo que nominamos de pensamento científico, quanto de ciência são quistos como verdades incontestáveis e irrefutáveis, um tipo de conhecimento sistemático – edificado através de um método rigoroso e testado de investigação e análise– direcionado à compreensão da realidade que cercam os indivíduos com fins de promover a sua

⁴ Para compreender o quão problemático é esse processo de construção de uma visão eurocêntrica acerca da constituição do conhecimento e o quão isso rechaça saberes e tecnologias produzidas em outros espaços do globo fora do “eixo Europa”, ver o texto *Cultura negra e legado científico africano para um ensino mais dinâmico das ciências naturais: apontamentos teórico-metodológicos*, de autoria de Felipe Fontana e André da Paixão Gomes (2018).

transformação, a sua subsistência e uma maior adaptação dos mesmos ao seu meio. Soma-se a isso o fato de a ciência conservar, no processo de produção dos conhecimentos considerados científicos, um conjunto de métodos capazes de resguardar dimensões de neutralidade e exterioridade com fins de legitimar o nascimento de saberes verdadeiros, objetivos e passíveis de se conformarem em leis gerais demonstráveis, testáveis, aplicáveis e inteligíveis em qualquer local do globo⁵(generalidade).

O entendimento acerca da ciência, desde a Modernidade e após a Revolução Industrial de meados do século XVIII, ganha tons “celebrativos” pois os níveis de transformações tecnológicas⁶ – e, conseqüentemente, culturais, sociais, econômicas e políticas – experimentadas pela humanidade a partir desse momento foram enormes⁷; por exemplo: 1) o Mercantilismo e o

⁵ É nesse sentido que Chalmers, na obra *O que é Ciência Afinal?* (1993), afirma que o “Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente” (CHALMERS, 1993, p.18).

⁶ Aqui, compreendemos como tecnologia os artefatos/constructos edificadas por meio de conhecimentos científicos que auxiliam no processo de maior adaptabilidade dos indivíduos aos meios (físico-natural e social) nos quais estão inseridos. Ou seja, tudo aquilo que foi materialmente edificado a partir de saberes científicos que orientaram esse processo. De modo exemplificativo, podemos citar as diferenciações existentes entre os cientistas e os engenheiros. Os primeiros trabalham em plano investigativo, promotor de descobertas, que pode envolver experimentações e elaborações teóricas para, assim, estabelecer conclusões atreladas à forja de conclusões, teoremas e leis. Já os engenheiros resguardam uma postura de maior aplicabilidade e operacionalização dos postulados edificadas pelos cientistas de modo a, ao utilizá-los, construir artefatos engendrados por esses conhecimentos. Essa relação já foi mais engessada, fazendo com que os engenheiros dependessem demasiadamente dos avanços científicos. Todavia, atualmente, a mesma é significativamente mais simbiótica: por vezes a ação do engenheiro pode suscitar a necessidade de o cientista aperfeiçoar suas atividades, demandando assim, que os mesmos revejam suas descobertas e desenvolvam novos saberes mais conectados aos intentos deles (KHUM, 1962).

⁷ Não podemos esquecer, nesse momento, das lições comtianas vinculadas à ciência que, em certo sentido, auxiliaram na confecção dessa “celebração” da ciência e suas potencialidades: no sendo comum (vide o lema “Ordem & Progresso” instituído em nossa bandeira), mas especialmente no meio acadêmico. Além de Augusto Comte hipostasiar os atributos de neutralidade, exterioridade, objetividade e generalidade da ciência, o filósofo francês afirma: 1) em sua Lei dos Três Estados, que a humanidade, à sua época, havia chegado no Estado Positivo que, por sua vez, seria o momento histórico marcado pelo abandono de explicações mitológicas e metafísicas em prol de um processo de compreensão da natureza e da sociedade atrelado, univocamente, à ciência; 2) que o “homem moderno” deveria ofertar à ciência e à humanidade o mesmo sentimento que ele

uso de noções e instrumentos náuticos atrelados a ele (lunetas, mapas cartográficos, observação dos astros, etc.) possibilitaram a colonização de novos mundos; 2) a Revolução Industrial e a descoberta dos motores à vapor, calor e por combustão deram ao mundo da produção e ao sistema capitalista um “impulso e fôlego” gigantescos com consequências ligadas ao modo como consumimos e subsistimos; 3) a bomba atômica e o engendramento de conhecimento químicos e físicos atrelados à fusão nuclear para a sua constituição deram às guerras e aos conflitos internacionais novos contornos, vide a explosão das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki em meados do século XX (agosto de 1945); 4) as viagens ao espaço e a conseqüente necessidade de conhecimentos científico-tecnológicos, vinculados à Matemática, à Física, à Química e à Biologia, para a obtenção de seu sucesso, deram à humanidade o vislumbre de alcançar espaços para além do globo e, mais do que isso, durante a Guerra Fria (1947-1991), engendraram um conflito silencioso, baseado no temor e no medo, que polarizou o mundo.

Essa visão que nominamos de “celebrativa” justamente por se ancorar e potencializar os adventos oriundos das ciências resguarda duas dimensões importantes. A primeira é que ela se alastra no senso comum, penetrando assim, no imaginário coletivo de sociedades moderno-capitalistas, instituindo, deste modo, uma confiança extremada na ciência. Quando uma empresa de produtos de higiene pessoal, por exemplo, quer fazer uma propaganda de suas mercadorias ela, prontamente, anuncia: “esse produto foi cientificamente testado”. Esse procedimento, corriqueiro nos anúncios comerciais desse tipo, só ocorre porque ele encontra “ancoragem, sustentação e eco” em um imaginário popular que oferece à ciência uma alta confiabilidade. Outro exemplo atrela-se à representatividade de

congrega em relação às religiões, promovendo assim, um culto direcionado àquilo que, efetivamente, poderia dar sentido e inteligibilidade confiáveis (concretos e verdadeiros) à existência humana e, conseqüentemente, promover transformações progressistas, orientadas e ordenadas nas dimensões físico-naturais e sociais nas quais os indivíduos estão inseridos (COMTE, 1988).

campos científicos. Por resguardarem níveis de subjetividade, necessidade ampla de interpretação lógico-hipotética, fontes imateriais-mutáveis e objetos de pesquisa animados/não-rígidos, as Ciências Humanas, por vezes, são vistas como inferiores pela sociedade e, inclusive, no interior dos centros superiores de formação (KHUN, 1962). Ou seja, sua inferiorização está, dentre outras coisas, no fato de a mesma não atingir níveis metodológicos aceitáveis de “se fazer ciência”.

A segunda, muitos pensadores contemporâneos vêm contestando essa visão “celebrativa” acerca da ciência, demonstrando que a mesma, seja no âmbito das Exatas, das Naturais, das Econômicas, das Aplicadas ou das Humanas resguarda níveis de subjetividades e não é, como muitos imaginam, neutra, exterior, objetiva e, por conta disso, promotora de leis universais/gerais capazes de explicar, eficientemente, um dado fenômeno. Alan Francis Chalmers (1993) apresenta em sua obra *“O que é ciência afinal?”* diversos tipos de cientistas, dentre eles, os indutivistas e os falsificacionistas. O último grupo considera que “algumas teorias podem se revelar falsas por um apelo aos resultados da observação e do experimento.” (CHALMERS, 1993, p. 56) e isso, em linhas gerais, quer dizer que nem sempre os cientistas consideram efetivamente as ações laborais circunscritas às pesquisas que fazem para a evidenciação de suas respostas acerca de um dado fenômeno. Por vezes, o resultado no qual ele quer chegar “determina e modela” a sua ação enquanto pesquisador, rompendo assim, com qualquer nível de neutralidade e exterioridade. Sendo assim, nesse processo surgem problemas que devem ser solucionados. Nessa mesma perspectiva, Thomas Kuhn (1962) relata que o desenvolvimento científico é atravessado por interesses econômicos, políticos e sociais. De modo mais provocador, o pensador mostra como os anseios pessoais e grupais dos cientistas são determinantes na escolha e no estudo de um objeto de pesquisa de modo engendrado ao uso de um único paradigma analítico.

A provocação de Kuhn está no fato de que a escolha desse paradigma e a utilização exaustiva do mesmo no processo de “se fazer ciência” – o que de certa forma trava e delimita, inclusive, o avanço da ciência – é constituída por aspectos afetivos, emocionais (beirando a um sentimento comumente ofertados à Deus e às religiões) e grupais (manutenção da hegemonia de certos grupos de pesquisa no estudo de um dado fenômeno). Nessa direção, além de demonstrar que a neutralidade e a exterioridade nunca existiram no processo de desenvolvimento da ciência, Thomas Kuhn evidencia que níveis de subjetividade e questões conjecturais extra científicas sempre afetaram a ciência⁸ e, certamente, os conhecimentos oriundos dela (o que infere, dentro do próprio sentido “celebrado” de ciência, no seu grau de objetividade e generalidade):

uma comunidade científica, ao adquirir um paradigma, admite igualmente um critério para a escolha de problemas que, enquanto o paradigma for aceito, podemos considerar como dotados de uma solução possível. Numa larga medida, esses são os únicos problemas que a comunidade científica admitirá como científicos ou encorajará seus membros a resolver (KUHN, 1962, p. 60).

Dentro de *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), notamos que produção de ciência se dá por meio de um processo em que se faz necessária a contribuição de grupos de cientistas que trabalham de maneira a desvendar “os dilemas” que ocasionalmente vão surgindo no interior de uma pesquisa científica circunscrita à utilização de um determinado paradigma (níveis “disruptivos, discrepantes e degenerativos”

⁸ Bruno Latour e Stephen William Woolgar (1997; 2000), dentro de uma proposta antropológica e microssociológica de estudo acerca da ciência e, por conseguinte, dos espaços de produção de conhecimento científico, investigam privilegiadamente os laboratórios de neuroendocrinologia do *Instituto Salk* (Califórnia). Os resultados dessa pesquisa estão nas obras *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos* (1997) e *Ciência Em Ação - Como Seguir Cientistas e Engenheiros Sociedade Afora* (2000). De modo geral, os autores mergulham “em profundidade” nessa percepção crítica lançada por Thomas Kuhn em *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1992) e mostram os vários elementos subjetivos, grupais e conjecturais que interpelam “a práxis científica” de cientistas e, desse modo, acabam por desmistificar essa visão “celebrativa” da ciência pois ela, mesmo feita em espaços altamente reconhecidos como “lócus” de cientificidade, não consegue resguardar níveis de aceitáveis de neutralidade, exterioridade e objetividade (LATOUR, B. & WOOLGAR, 1997; 2000).

que colocam em contradição e em “cheque” o próprio paradigma e sua viabilidade científica).

Junto desse movimento gerado pela contribuição de grupos de cientistas conectados ao estudo exaustivo de fenômenos por meio de um certo paradigma, observamos uma estabilidade no processo de desenvolvimento do conhecimento científico que, em um certo momento, passará por uma crise dada pela “incapacidade” deste paradigma funcionar como um “construto” explicativo/interpretativo/inteligível, coerente e funcional. De acordo com Thomas Kuhn (1962), vemos que esse “momento” indica que o conhecimento paradigmático até então vigente e estável, agora deve se readequar, mobilizando novamente o trabalho de muitos cientistas que, por vezes, estão sedentos por um novo “nicho de pesquisa” dado pela quebra de um paradigma (KUHN, 1962).

A FORJA DE POSSÍVEIS VISÕES SOBRE A CIÊNCIA POR MEIO DA EDUCAÇÃO

A maneira como a ciência é abordada nas instituições de ensino pode ou não possibilitar essa reflexão mais densa acerca dos limites e das reais dimensões da ciência (fato que impacta na mudança ou manutenção deste senso comum que hipostasia a ciência e suas contribuições à vida). Ao compreender univocamente os conceitos científicos empregados na feitura de determinadas tecnologias somos levados a entender quanticamente o funcionamento das mesmas; porém, essa abordagem restringe a compreensão do papel da ciência no desenvolvimento das sociedades, afinal, ela não dimensiona o impacto destas tecnologias e as dimensões amplo-contextuais circunscritas à constituição delas. No cenário atual é importante que seja desenvolvida a criticidade no ambiente educacional com esperança que isso reverbere coletivamente. Para além da compreensão de conceitos científicos é fundamental conhecer o cenário em que eles foram desenvolvidos, sendo assim, é necessário explorar criticamente, quando se estuda a evolução histórica do conhecimento científico, “os principais aspectos que delineiam cada pensamento na

ciência, com o intuito de propiciar ao aluno uma visão não apenas cronológica, mas também filosófica da pesquisa científica de cada época” (MELO; PEDUZZI, 2005, p. 10). Neste contexto, vale ressaltar que é um imperativo possibilitar a compreensão de contextos sem enfatizar uma análise necessariamente cronológica; é isso que enfatiza Kuhn (1962) ao afirmar que:

Se a história fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina. Mesmo os próprios cientistas têm haurido essa imagem principalmente do estudo das realizações científicas acabadas, tal como estão registradas nos clássicos e, mais recentemente, nos manuais que cada nova geração utiliza para aprender seu ofício⁹ (KUHN, 1962, p. 19).

Neste sentido, para estabelecermos uma visão mais crítica e coerente acerca da ciência na contemporaneidade devemos, no âmbito educacional, trabalhar com questões e objetos cotidianos atrelados às realidades dos indivíduos em formação, para que assim, eles consigam vincular conceitos científicos às suas realidades de modo articulado e não dicotômico. Soma-se a isso, a necessidade de entrarmos em contato com pensadores que construíram recentemente trabalhos que visam desmistificar essa “ossatura” – representacional e discursiva, portanto, política e econômica também – quase que “indestrutível” e “intocável” que a ciência constituiu ao longo destes mais de cinco séculos em meios às sociedades moderno-capitalistas (desde o início da Modernidade até os dias atuais).

⁹Embora a problemática levantada por Kuhn direcione-se pontualmente para a formação de cientistas, não devemos esquecer de que a contribuição destes para com a ciência se faz presentes em muitos manuais com finalidades pedagógicas (livros didáticos ou peritos, veiculados pela instituições de ensino, que postulam uma visão acriticamente estabelecida de ciência; estes constructos informacionais e pedagógicos funcionam, na maioria das vezes, como os principais transmissores de informações e de conhecimentos durante o processo formativo de em educando). Nessa perspectiva, Hülsendeger (2007) enfatiza que: “Um caminho possível e, atualmente, largamente defendido, seria vincular os conceitos trabalhados em sala de aula ao contexto histórico no qual surgiram. Contudo, mesmo parecendo uma tarefa simples, sua aplicação não é destituída de dificuldades, pois, para muitos alunos, História e Física são duas coisas totalmente diferentes, não guardando entre si qualquer tipo de relação. O conhecimento, para eles, é compartimentado, dividido, e a resistência em juntar as partes e enxergar o todo é muito grande: História é História, Física é Física, tudo em gavetas incomunicáveis” (HÜLSENDEGER, 2007, p. 2).

Nessa direção, além das obras que aqui já citamos, são fontes relevantes para o estudo deste tema: 1) *Filosofia da ciência*, Rubem Alves (1993); 2) *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico*, Pierre Bourdieu (2004); 3) *O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*, Fritjof Capra (1993); 4) *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*, Boaventura de Sousa Santos (1997). Todavia, mais relevante que isso, é necessário apresentar aos educandos dados paradigmas e conceitos científicos de modo conexo à história e ao contexto no qual eles emergem, dimensionando assim, as questões políticas, econômicas, sociais e culturais que viabilizaram ou protelaram as suas emergências.

Esse procedimento promove a compreensão de que uma dada descoberta não depende de “lapsos de sorte”, de “genialidades incomensuráveis e incomuns”, ou ainda, de “um empenho científico-laboral desumano”¹⁰. Sendo assim e de modo exemplificativo, o presente trabalho tem como objetivo abordar o surgimento das “lentes” e, posteriormente, dos óculos como ferramentas direcionadas ao tratamento de problemas de visão que trouxeram relevantes melhorias à saúde, ao conforto e à adaptabilidade dos indivíduos os meios físico-natural e social nos quais eles estão inseridos. Para trabalharmos dentro desta perspectiva mais complexa de ciência analisaremos, articuladamente: 1) as condições contextuais que deram origem aos óculos; 2) os conhecimentos físicos articulados à

¹⁰ Todos esses elementos sempre folclorizados por educadores que, posteriormente, ancoram-se no imaginário coletivo. Quem nunca escutou a historietinha vinculada à queda da maçã que, como um catalisador, fez Isaac Newton edificar suas Leis Gravitacionais (lapso de sorte)? Quem nunca percebeu em filmes que biografam cientistas – “Uma mente Brilhante” (2001) e “O Jogo da Imitação” (2014), por exemplo – como eles são imagetivamente representados como os “nerds”, aqueles seres reclusos amplamente dedicados aos estudos e à vida laboratorial, com dificuldades de relacionamento e de sociabilidade, sem interações densas com sua comunidade e empenhados, desumanamente, em suas atividades científicas, laboratoriais e intelectuais? Quem nunca ouviu falar da genialidade de Albert Einstein de modo unívoco, ou seja, ignorando/desconsiderando todo o contexto de produção constituído de modo anterior à sua existência e que, como ele mesmo já reconheceu, foi fundamental para a forja de suas descobertas ligadas à Teoria da relatividade Geral e à Mecânica Quântica?

construção dessa tecnologia; 3) os impactos edificados após o surgimento desse artefato.

A TRAJETÓRIA HISTÓRICA EXTRA-CIENTÍFICA DOS ÓCULOS¹¹

Atualmente, quando se apresenta alguma complicação relacionada à visão, procura-se imediatamente um oftalmologista e, posteriormente, uma ótica para resolver um problema que, na maioria dos casos, é sanado por meio da indicação de óculos de grau. Porém, resolver essa necessidade humana nem sempre foi simples assim. Para os óculos serem empregados com a finalidade de solucionar disfunções visuais, ou ainda, serem utilizados como um recurso “ornamentador” que pode demarcar “individualidade”, “identidade grupal” ou “classe social”, seu advento passou por vários momentos de transformação. Da mesma maneira como várias outras invenções científico-tecnológicas, a produção dos óculos só foi possível graças a ação conjunta de vários estudiosos, congregando assim, contribuições significativas ao longo de toda a história para aperfeiçoar esta precisa ferramenta.

Em *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), Thomas Kuhn rompe, em vários momentos, com a rasa percepção de que as mudanças de paradigmas e as descobertas científicas empreendidas pela ciência estão articuladas à uma mudança brusca, disruptiva e que nega “tudo aquilo que anteriormente havia-se produzido”; ou seja, para ele, a constituição de um novo postulado científico ou de uma nova tecnologia não é “algo repentino” ou “abrupto”, mas, certamente, estes são acontecimentos forjados de modo transicional e que engendram a ação, o trabalho, estudos e os achados de muitos cientistas ao longo da história (KUHN, 1962).

¹¹ Este artigo vai ao encontro, em termos de intento e de perspectiva teórica, ao texto denominado *The social construction of facts and artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might benefit each other* publicado por Trevor F. Pinch e Wiebe E. Bijker (1987), especialmente em relação ao que os autores ratificam acerca das potencialidades da Sociologia da Ciência no que concerne a construção de conhecimentos/entendimentos mais complexos sobre a Ciência, a Tecnologia, o desenvolvimento ambas e a articulação delas com a sociedade e a história humana (PINCH; BIJKER, 1987, p. 19).

Os óculos existiam antes mesmo da descoberta da Ótica e das Leis da Refração, porém não tinham grau, sua utilidade se restringia ao adorno. O uso dos óculos servia como forma de distinção social, no caso dos deficientes mentais. Com o passar dos anos houve um aprimoramento notável que atualmente faz com que seja um utensílio vital. De acordo com os pesquisadores Dantas e Lins (2006):

A primeira referência histórica sobre a existência dos óculos é oriental e está registrada nos textos do filósofo chinês Confúcio, 500 a.C. Durante muitos séculos, as peças serviram apenas de acessórios para os nobres chineses ou como objetos de discriminação social em relação às pessoas do povo. Como a tecnologia da ótica só apareceu bem mais tarde, em torno do século X, os óculos começaram sendo usados apenas como adorno pessoal (DANTAS; LINS, 2006, p.2).

Na Grécia antiga, os filósofos gregos que eram ordenados por Aristóteles protegiam a ideia de que a imagem não tinha relação entre o olho e o cérebro, crendo que a emoção estava no coração, desse modo a visão não tinha menor relevância no aperfeiçoamento do ser humano. Este princípio foi rompido no século II, quando o Imperador de Roma em suas presenças públicas, começou a utilizar sobre seus olhos lâminas formadas de esmeraldas, com intuito de protegê-los do sol (DANTAS e LINS, 2006).

O entendimento físico sobre os óculos sucedeu-se por volta do ano 1000 d.C. em razão do conhecimento do árabe Alhazen (Abu Ali Al-HasanIbuAlhasan). Este estudioso elaborou um tratado sobre a óptica intitulado *Tesouro Óptico* (1038) que continha teorias e argumentos extremamente avançados para a época, servindo de grande base para os conhecimentos e avanços de toda a óptica (RABONI, 1993). Segundo Raboni (1993), com conhecimento deste tesouro “os monges da idade média possivelmente encontraram a fonte para a aplicação corretiva das lentes que já eram fabricadas na época mais com finalidades ornamentais” (RABONI, 1993, p.53). A história conta que no século XIII os monges fizeram as primeiras lentes, e à priori elas funcionavam como lupas feitas de berílio, quartzo e outras pedras preciosas. De acordo com Del Vecchio (1990, p.14):

Eram as chamadas ‘pedras de leitura’ e funcionavam como uma lupa primitiva. Cortadas em camada finas e colocadas sobre os textos,

aumentavam o tamanho das letras. Mais tarde, essas pedras começaram a ser usadas na frente dos olhos, aparecendo assim a primeira forma de lente corretiva que, possivelmente, era manufaturada pelos mestres vidreiros" (VECHIO *apud* DANTAS e LINS, 2006, p. 2).

Conta a história que a primeira aparição dos óculos modernos, tal como os vemos atualmente, deu-se na Alemanha, no ano de 1270. Neste contexto estes óculos primários eram feitos com aros de ferro e unidos por rebites que auxiliavam o seu ajuste sobre o nariz, pois não possuíam hastes (GIANNINI, 2019). Esses modelos desconfortáveis passaram por intensas pesquisas científicas e avanços tecnológico para se tornarem adequados e satisfatórios. Giannini (2019) descreve que "Os modelos que foram mais usados no século XV eram o Pince-nez e o Lornhons. Porém, eles ainda não possuíam hastes fixas, sendo que a mesma só passou a surgir no século XVII, e era usada para se apoiar às orelhas" (GANNINI, 2019, *online*). Os óculos como ferramentas para solução dos problemas de visão foram fornecidos para sociedade em decorrência dos estudos e dos esclarecimentos de Robert Grosseteste e Roger Bacon acerca das lentes. Segundo a ótica de Gannini (2019):

Foram as experiências em óptica de Robert Grosseteste e seu discípulo Roger Bacon que levaram à invenção dos óculos modernos. Em 1284, as guildas de Veneza já os mencionavam e durante o século XIV o fabrico de óculos popularizou-se por toda a Europa. Nem sempre os óculos foram fabricados com a forma com que são conhecidos hoje em dia. No século XIX era possível encontrar com mais facilidade que hoje os monóculos (apenas uma lente oftálmica) e, também, as lentes sem armação (GANNINI, 2019, *online*).

Segundo Raboni (1993) "o uso dos óculos impulsionou o estudo da óptica. Motivadas pelo uso de óculos" (RABONI, 1993, p.54). No século XVII, houve as maiores evoluções no campo ótico, pois foi quando Galileu, em 1608, difundiu o telescópio, e, Isaac Newton através do processo de refração, descobriu que se pode obter o espectro solar, através da decomposição de um raio da luz (DANTAS e LINS, 2006). Gannini (2019) conta que "em 1785 Benjamin Franklin inventou os primeiros óculos bifocais, com duas lentes a frente de cada olho unidas pela armação, possibilitando enxergar de longe e de perto em um único acessório" (GANNINI, 2019, *online*).

Além disso, no século XVII, Johannes Kepler com seus conhecimentos e ideias constituiu explicações sobre o desempenho das lentes e retratou que os óculos têm como finalidade mudar a convergência dos raios, os acomodando na retina. Desta forma a imagem é ajustada beneficiando quem tem problemas de visão. Tossato (2007) e Crombie (1991) descrevem sobre os conhecimentos na área de ótica feitas por Kepler e afirmam:

Quando Kepler tratou dos problemas da visão, ninguém tinha tratado com a suposição essencial que a fisiologia ocular funciona como uma explicação imediata da percepção visual; entendiam que ver um objeto é ver apenas o que está presente na imagem formada no olho (CROMBIE, 1991, p. 89).

[...] Entendendo como a visão funciona, pode-se corrigir os enganos que ela comete e aproximar-se cada vez mais da correspondência entre a imagem e o objeto real. Para tanto, Kepler concebe o olho humano analogamente a um artefato mecânico, a câmara escura, o que lhe permite entender como o olho pode errar e, assim, compreender em que parte ele erra" (TOSSATO, 2007, p. 3).

Nos séculos XIX e XX as fabricações das lentes passaram a ser produzidas com vidros de elevada qualidade sendo muito resistentes e até nos dias atuais esse tipo é utilizado. Nas últimas décadas do século XX, é possível observar como os óculos passaram a ser algo relacionado com moda e a estética, e o conforto das armações tornou-se a ser indispensável para que os indivíduos escolham determinados modelos para além da sua funcionalidade maior, qual seja, enxergar de modo mais pertinente (DANTAS e LINS, 2006).

Desse modo, compreende-se que antes do surgimento dos óculos como ferramenta de correção dos problemas de visão, houve um aprimoramento dos conceitos científicos que mais tarde proporcionou benefícios para a sociedade no decorrer da história. Em consequência disso, os conhecimentos da ótica, das lentes e da ciência proporcionaram a correção de problemas de visão existentes, favorecendo aos indivíduos, por exemplo, estenderem os anos de trabalhar por mais tempo, visto que em épocas passadas simplesmente ficavam incapacitados e deixavam de realizar tarefas. Além disso, seu impacto criou um importante setor industrial, propiciando o surgimento de novas profissões. A partir de tais

conhecimentos foi inventada a luneta, utensílio fundamental para a astronomia (RABONI, 1993).

OS CONHECIMENTOS FÍSICOS CIRCUNSCRITOS À FEITURA DOS ÓCULOS: Análise Física das Lentes de Correção para os Problemas de Visão

No século XVII, amplamente marcado pela Revolução Científica inaugurada com o Renascimento, tivemos mudanças de ideias e paradigmas; por exemplo, determinados princípios religiosos que buscavam explicar dados fenômenos naturais foram progressivamente perdendo espaço em provimento de um pensamento racionalizado, lógico-matematizado (racionalismo) e empírico-experimental (empirismos). É nesta perspectiva que Isaac Newton (1643-1727) iria difundir seus trabalhos sobre a óptica. As suas contribuições a este campo da Física foram inflexionadas pelos aprofundamentos analítico-científicos que fez em relação a certas teorias, pesquisas, experimentações, observações e interpretações de René Descartes (1596-1650), Walter Charleton (1620-1707), Robert Boyle (1627-1691), Robert Hooke (1635-1703) e Christiaan Huygens (1629-1695). Diante desta constatação é que Roberto de Andrade Martins e Cibelle Celestino Silva, seguindo a lição de Thomas Khun (1962), afirmam que a corrente percepção sobre Isaac Newton como um sujeito de genialidade extraordinária não deve ser postulada de forma acrítica; para eles, ele estaria incapacitado de produzir novas ideias sem antes ter estudado os pensadores antecedentes (MARTINS; SILVA, 2015).

No ano de 1666, Isaac Newton realizou experimentos com dois prismas e, como resultado, teve que no primeiro prisma cada cor do espectro não sofria mudança ou divisão; já no segundo, cada cor era desviada em um ângulo diferente. Sendo assim, em 1672, o cientista defendeu que a luz branca era a mistura de todas as cores separáveis por meio de um prisma; dessa forma, quando a luz branca refrata em um prisma ela se decompõe em todas as cores puras e elas não sofrem modificações. Ainda neste ano, Isaac Newton passou a ser reconhecido como defensor de um modelo

corpúscular da luz. E, como acreditava plenamente nesta concepção, criticou de maneira convincente o modelo ondulatório. Um fator importante no caminho de Isaac Newton foi o desenvolvimento do seu telescópio refletor. A obra mais importante sobre a óptica deste cientista é a *Opticks* (1704); neste estudo, Isaac Newton: 1) defende suas teorias anteriores; 2) apresenta a natureza corpúscular da luz; 3) e evidencia um estudo minucioso sobre os fenômenos de refração, reflexão e dispersão da luz (MARTINS; SILVA, 2015). No que tange a construção de lentes e, concatenadamente, as contribuições newtonianas para a Óptica, destacamos que os estudos, as pesquisas e as ideias de Isaac Newton sobre a otimização de lentes esféricas e não esféricas, a superação da aberração cromática e a utilização de espelhos côncavos nos telescópios foram cruciais para a feitura dos óculos:

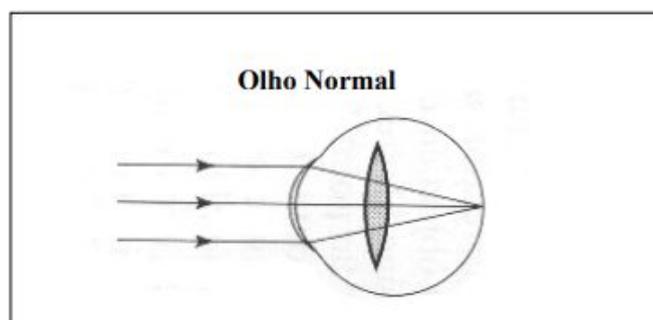
No final de 1665 ou início de 1666, já tendo estudado a *Dióptrica* de Descartes, que analisava a refração em superfície curvas com diferentes formas geométricas, Newton começou a se dedicar a tentativas de polimento de lentes com formas não esféricas, conforme registrado num caderno de anotações. Todas as lentes efetivamente utilizadas para óculos, telescópios e microscópios tinham superfícies esféricas, pois estas são as mais fáceis de produzir. No entanto, elas não produzem imagens pontuais de uma fonte luminosa pontual - uma imperfeição que costuma ser chamada de "aberração esférica". Utilizando lentes com superfícies parabólicas ou hiperbólicas esse problema poderia ser superado, conforme mostrado por Descartes. No entanto, produzir lentes com superfícies bem polidas e que tivessem exatamente essas formas era um problema técnico difícil. Embora procurasse desenvolver tais lentes não esféricas, Newton percebeu que elas não poderiam produzir telescópios perfeitos, por causa de outro problema. Já que cada cor estava associada a uma refração diferente, a posição do foco de uma lente dependerá da cor da luz utilizada; nenhuma lente poderá produzir uma imagem pontual se a fonte luminosa emitir luz branca. Esse problema - que costuma ser denominado "aberração cromática" - é independente daquele que Descartes havia tentado resolver. Esse tipo de problema não existe, no entanto, no caso do fenômeno de reflexão da luz. Portanto, se fosse possível construir um telescópio que utilizasse um espelho côncavo, em vez de uma lente objetiva convergente, a aberração cromática poderia ser superada. Essa é a ideia básica subjacente ao telescópio refletor que Newton desenvolveu, cerca de dois anos depois (MARTINS; SILVA, 2015, p. 4202-18).

Para entender a constituição física dos óculos primeiramente é preciso um estudo sobre o olho humano, órgão provedor do fenômeno da

visão. Nele há estruturas complexas, que em seu bom funcionamento possibilita que o procedimento da visão ocorra de forma adequada, caso contrário, o sujeito terá que dispor do auxílio de óculos para correções de defeitos da visão. Nesse sentido, Nishida (2012), expõe que “a sensibilidade à luz ocorre em estruturas denominadas máculas, mas para se enxergar, isto é, para se ser capaz formar imagem é necessário adicionalmente um sistema de lentes. Esse órgão óptico é coletivamente denominado olho” (NISHIDA, 2012, pg.85). A instituição *A Retina Portugal* (2018), oferece informações sobre como ocorre o fenômeno da visão:

Quando se olha para um objeto, são refletidos raios de luz desse objeto para a córnea, que é onde se inicia o milagre do processo que entendemos como visão. Os raios de luz são refratados e focados pela córnea, cristalino e vítreo. A função do cristalino é a de fazer com que esses raios sejam focados de forma nítida sobre a retina. A imagem daí resultante apresenta-se invertida na retina. Ao atingi-la, os raios de luz são convertidos em impulsos elétricos que, através do nervo óptico, são transmitidos para o cérebro, onde a imagem é interpretada pelo córtex cerebral (A RETINA PORTUGAL, 2018, *online*).

Figura 1 – Esquema de um olho normal.

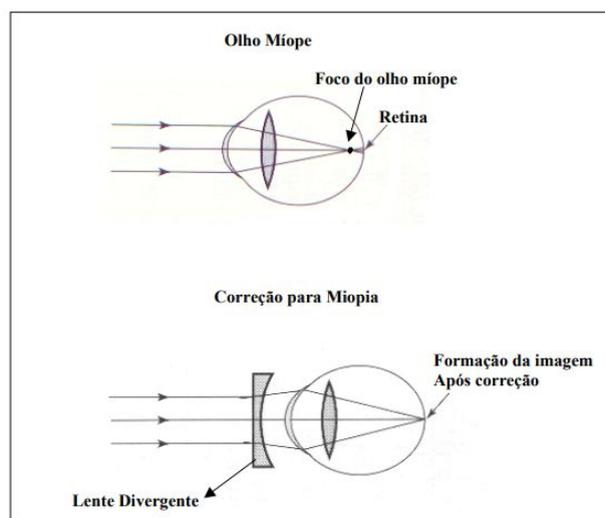


Fonte: LORITE E CESCATO (2004, p.4).

Há vários casos em que a imagem não se forma de maneira correta, quando isso acontece o indivíduo é diagnosticado com problemas de visão, sendo os mais comuns: miopia (dificuldade de enxergar de longe) e hipermetropia (dificuldade de enxergar de perto). Em uma pessoa normal, o globo ocular é esférico, mas em pessoas portadoras de miopia e hipermetropia ocorre a mudança no formato do globo ocular. Desse modo,

as lentes dos óculos variam de acordo com o grau da deficiência visual. Uma pessoa portadora da miopia apresenta um globo ocular com uma deformidade, possui um formato mais oval no sentido horizontal. O plano de formação das imagens (onde ocorre a formação das imagens) encontra-se antes da retina. As pessoas com essa deficiência ao observarem um objeto enxergam uma imagem borrada, pois, o ponto de nitidez nesse caso situa-se antes da retina e o feixe de luz quando se encontra na retina não forma um ponto, mas sim uma mancha. Para corrigir este defeito são utilizadas as lentes que deslocam o plano imagem, de tal forma que os raios ao invés de se cruzarem antes da retina, passam a se cruzar sobre ela. Os raios ao adentrarem no olho (através da pupila), serão um pouco menos convergentes, por causa da refração ocorrida na lente. Portanto para o tratamento da miopia é necessário o uso de lentes divergentes.

Figura 2 – Ilustração de um olho míope e sua respectiva correção com lente.

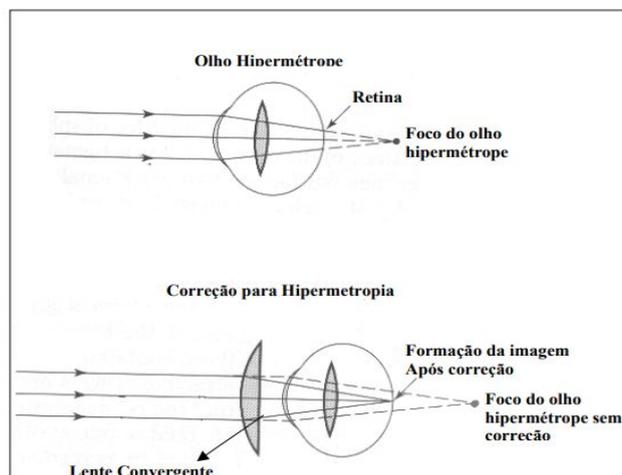


Fonte: LUCILA e CESCATO (2004, p. 6).

No caso da hipermetropia o globo ocular é mais ovalado no sentido vertical, e as imagens acabam sendo formadas além da retina. Para corrigir este problema são utilizadas lentes de tal maneira que os raios ao

adentrarem no olho sejam mais convergentes para que a imagem se forme sobre a retina. Para o tratamento da hipermetropia são utilizadas as lentes convergentes.

Figura 3– Ilustração de um olho com hipermetropia e sua correção com a lente.

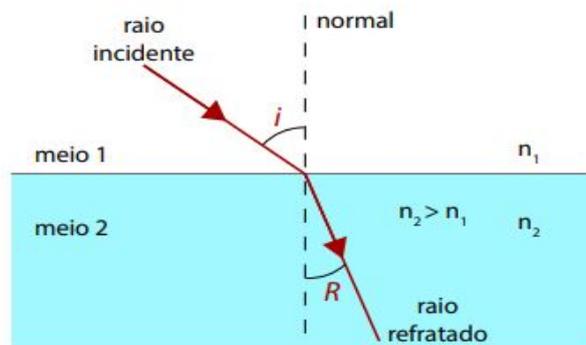


Fonte: LUCILA e CESCATO (2004, p. 5).

Mas como a lente faz esse processo? O responsável por isso é o fenômeno da refração. Por causa desse fenômeno, quando a luz se propaga do ar para o material da lente dos óculos, ela sofre um desvio, convergindo ou divergindo, dependendo do tipo de lente. Considere agora a seguinte situação que representa o comportamento de um feixe de luz ao incidir do ar para outro meio com índice de refração diferente:

[...] um raio de luz monocromática propagando-se de um meio de índice de refração n_1 para outro meio com maior índice de refração, n_2 . Seja i o ângulo de incidência. Devido à refração na interface dos dois meios, o raio incidente dá origem a um raio refratado que se propaga no segundo meio. O raio refratado forma com a normal um ângulo R , denominado ângulo de refração (PAIVA, 2014, p.1).

Figura 4 - Feixe de luz incidindo em meios distintos.



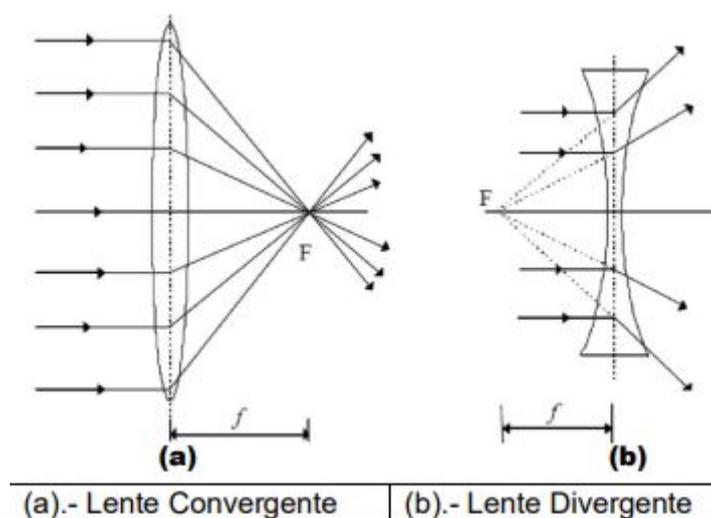
Fonte: PAIVA (2014, p. 1).

A lei que fundamenta a refração da luz é a Lei de Snell-Descartes, sendo de extrema importância para entendermos o funcionamento das lentes. Ela informa que o ângulo de refração e incidência tem que se relacionar da forma: $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(R)$. “Assim, se $n_2 > n_1$, então $\sin(R) < \sin(i)$, resultando $R < i$. Portanto, para incidência oblíqua da luz, quando esta passa de um meio com menor índice de refração para outro com maior índice, o raio luminoso aproxima-se da normal” (PAIVA, 2014, p.2). Nesse sentido, segundo Raboni (1993), vemos que:

As lentes usadas em óculos são sempre construídas com materiais de índices de refração maiores que o do ar, meio no qual serão utilizados. Numa lente de vidro, acrílico e outros materiais comumente utilizados na fabricação de lentes corretivas, como o índice de refração do material do qual é feita a lente é maior do que o índice de refração do ar, ao entrar na lente o raio de luz se aproxima da normal, e ao sair dela o raio se afasta da normal (RABONI, 1993, p.57).

Desta forma, quando o raio de luz passa de um meio menos denso para outro mais denso, como por exemplo, do ar para a lente convergente, a luz vai em direção da normal e converge. Já quando um raio de luz passar do ar para uma lente divergente, a luz irá se afastar da reta normal, assim ela diverge. Observe o processo na figura a seguir:

Figura 4 – Raios na lente convergente e divergente:



Fonte: Adaptado de UFU (p. 1).

Estes conhecimentos científicos ligados à Física Óptica são como é possível observar nas explanações acima, difíceis de serem acessados e assimilados, tanto pela comunidade em geral, quanto para o alunado imerso no sistema educativo formal em nível fundamental, médio superior. Eles, por mais que requeiram um nível de abstração e de capacidades cognitivas avançadas, circunscrevem todo o sentido da construção dos óculos, assim como de outras artefatos tecnológicos que cotidianamente utilizamos de modo conectado com nossas necessidades de adaptação, de entretenimento e de bem-estar. Para se tornarem interessantes, mecanismo fundamental à sua compreensão efetiva, é preciso torná-los dialógicos, inteligíveis e conectados à realidade e à vida dos indivíduos. Sendo assim, empreender um ensino científico amplamente contextualizado, de preferência que promova uma ruptura com relação a essa visão “celebrativa” de ciência que tanto criticamente analisamos, é fundamental. É nesse sentido que desenvolveremos o próximo tópico deste artigo como um subsídio, exemplificativo, a este processo.

O IMPACTO SÓCIO-CULTURAL, POLÍTICO, ECONÔMICO E CIENTÍFICO DOS ÓCULOS

O surgimento dos óculos como uma tecnologia de saúde utilizada por pessoas com problemas vinculados a visão não proporcionou apenas a ampliação do desenvolvimento científico da Física Óptica, mas também o desenvolvimento de aspectos econômicos, políticos e socioculturais de muitas sociedades moderno-capitalistas. Em dado momento da história anterior à forja dessa valiosa ferramenta, as pessoas que apresentavam problemas de visão eram vistas como: 1) incapazes de exercer atividades vinculados à sua existência de modo mais autônomo; 2) e inábeis no processo de obtenção de subsistência por meio da realização e atividades laborais (trabalho). Essa é uma das contribuições da invenção dos óculos: a inserção de pessoas com problemas de visão no mercado de trabalho. Essa integração de novos sujeitos aos ambientes de produção econômico-material da vida se deu em dois sentidos: A) pessoas que puderam começar a trabalhar pois, agora, enxergam corretamente; B) indivíduos que passaram a trabalhar mais pois, com o passar dos anos e com a corrente perda da visão, tiveram a oportunidade de prolongar suas atividades laborais graças ao uso desta tecnologia. Logo, isso provocou o crescimento de vários setores econômicos por aumentar a produtividade dada pelo emprego de um trabalhador mais preparada, capacitado e competente fisicamente e, para além disso, pelo surgimento de novas profissões relacionadas a confecção de lentes e armações para os óculos.

De acordo com Dantas e Lins (2006), de ferramentas unívoca para a solução de problemas de visão empregado no campo da saúde, os óculos têm tido muitas funcionalidades voltadas à moda como um adereço, um marcador social, uma demarcador de *status*, um definidor de individualidade que, de certa forma, diálogo com questões culturais latentes intrínsecas à sociedade capitalista na qual estamos inseridos:

O indivíduo atual, através dos óculos, além de adquirir maior conforto visual, e conseqüentemente, melhor qualidade de vida, também pode se sentir mais bonito e mais elegante. Até pouco tempo atrás, as pessoas ainda tinham vergonha de usar seus óculos em público, mesmo considerando que esse acessório poderia contribuir na construção da imagem de um indivíduo inteligente. Isso dificultava o

trabalho dos médicos, que prescreviam as lentes no intuito de ajudar o paciente a enxergar melhor (DANTAS; LINS, 2006, *online*).

Os primeiros modelos de óculos não seriam utilizados como ornamentos em relação ao *design* que apresentavam. Conforme os óculos melhoram em sua estruturação e funcionalidade, conseqüentemente, geram um novo olhar dos profissionais que se relacionam em seu estudo e construção. De ferramentas para auxiliar a visão, os óculos foram desenvolvidos de maneira a diversificar sua funcionalidade. De lentes comuns a óculos escuros com lentes polarizadas, os óculos têm sido melhorados de maneira a suprir a necessidade dos seres humanos que vão desde dimensões físicas, até padrões estéticos.

No aspecto político, destaca-se o Programa Olhar Brasil (2007) que busca “identificar problemas visuais em alunos matriculados na rede pública de ensino fundamental, na população acima de 60 anos de idade e em cidadãos de qualquer idade que frequentem os cursos do projeto Brasil Alfabetizado, do Ministério da Educação – parceiro do Ministério da Saúde na iniciativa” (GOVERNO DO BRASIL, 2017). Esse programa tem a finalidade de identificar problemas de visão que são uma das causas do mau desempenho de estudantes da rede de ensino. As pessoas que participam desse programa “têm direito, além dos exames necessários para o correto diagnóstico de suas condições, a novos pares de óculos nos casos em que é constatado erro no grau das lentes corretivas. Nos casos de maior complexidade, os médicos do Olhar Brasil fazem o devido encaminhamento do paciente a centros de referência” (GOVERNO DO BRASIL, 2017). Mas por quais razões essa é uma questão política? Se pensarmos que a universalização da saúde, materializada em nossa Constituição de 1988 de no Sistema Único de Saúde (SUS), garante à população brasileira, direitos à saúde por meio de ações desempenhadas pelo Estado Brasileiro, observamos que o fornecimento de óculos para pessoas com déficits de visão é uma política pública relevante que hoje compõe os serviços oferecidos pelos SUS, garantindo assim, maior qualidade de vida ao povo

brasileiro (o que infere, inclusive, no desempenho laboral e educacional desse segmento social e, como já salientamos, educação, trabalho e saúde são balizas indispensáveis ao desenvolvimento coerente de nosso país).

Nos aspectos econômicos a invenção dos óculos fez surgir uma quantia de especialidades laborais: 1) como os oftalmologistas que prescrevem os tipos de lentes de acordo com as necessidades médicas do indivíduo/paciente¹²; 2) como os metalúrgicos que desenvolvem as armações metálicas; 3) como os surfassagistas que, por sua vez, é o trabalhador de laboratório ótico que faz o polimento e desgastes da lente até obter o grau desejado. A preparação de profissionais que se direcionam ao estudo e à solução de problemas relacionados à visão por muito tempo enfrentou dificuldades por conta de contextos socioculturais que impediam seu crescimento. Cientificamente, destaca-se que o estudo acerca das lentes propiciou não apenas a correção de problemas de visão como sua empregabilidade foi direcionada ao uso em equipamentos de guerra por propiciarem a visualização de objetos a grandes distâncias e, conseqüentemente, teve sua utilização voltada ao desenvolvimento da astronomia (como já havíamos afirmado na parte deste texto dedicado à registrar a história ligada à constituição dos óculos).

CONCLUSÃO

¹² Dentro do ramo da saúde há um conjunto amplo de responsáveis pelo restabelecimento de uma visão saudável por meio dos óculos. O oftalmologista é o médico ocupado por diagnosticar e tratar as doenças do sistema visual. Esse profissional precisa cursar de medicina e fazer uma residência em oftalmologia. Já a Ortóptica é uma segmentação da oftalmologia. Por sua vez, ela avalia o paciente, fornece as medidas de seus desvios oculares e da reeducação dos olhos em caso de problemas da visão binocular (estrabismo). A Ortóptica quantifica e qualifica as anomalias da visão e seus distúrbios, além disso, ela delimita e constitui, concomitantemente a um diagnóstico, terapias para a reabilitação da visão. Sendo assim, o ortopista desempenha a sua ação no diagnóstico, na terapia e na reabilitação dos olhos e, conseqüentemente, da visão. A Optometria liga-se à atividade profissional que, através do exame dos olhos, determina falhas de refração e preceitua lentes e/ou terapias apropriadas (sem drogas ou tratamentos cirúrgicos). A Optometria age por fora do globo ocular e focaliza suas forças no "sentido da visão", ajustando deste modo, miopias, hipermetropias e astigmatismos. Sem almejar a cura do globo ocular (função da medicina), o optometrista não desenvolve diagnósticos de doenças ou prescreve drogas. Ele irá emitir a "fórmula para óculos" (conhecida comumente como "receita") e prescreverá exercícios ortópticos.

Embora já utilizadas para atividades como leituras, as lentes percorreram um longo período até que fossem aplicadas diretamente para a correção de problemas da visão de modo correspondente ao empregado na contemporaneidade. Sendo assim, é um equívoco pensar que toda ferramenta tecnológica tenha surgido justamente após o estabelecimento de uma descoberta ou conhecimento científicos. Nessa direção, a utilização dos óculos, tal como a compreendemos hoje, foi otimizada por meio de avanços ligados à Física Óptica e, nesse sentido, foi uma necessidade essencialmente humana que determinou tal otimização. Por vezes, dentro de uma perspectiva “celebrativa acerca da ciência”, portanto, dados artefatos tecnológicos, indispensáveis a nossa existência, são oriundos, univocamente, de descobertas científicas pontuadas/engessadas na história. No caso dos óculos, os mesmos já haviam sido constituídos milenarmente antes de se apresentarem, dinamizados pelos conhecimentos ópticos, ao nosso extensivo consumo.

Nos bancos escolares, tem-se abordado o entendimento da ciência de maneira estanque, ou seja, desconsiderando contextualizações importantes que visam dinamizar e complexificar seu entendimento. Realizar essa dinamização e complexificação é necessário para, contemporaneamente, compreender que o sentido da existência humana engendra outros processos para além do consumo insustentável das mais variadas tecnologias cientificamente testadas e produzidas (tecnologias comunicacionais, alimentares, medicamentosas, de locomoção, de entretenimento, etc.). Esse processo só é possível, de acordo com a abordagem aqui colocada, por meio de uma perspectiva crítica acerca da ciência, suas potencialidades e suas consequências. É nessa direção que podemos afirmar que a perspectiva aqui adotada é convergente com aquilo que Wildson Luiz Pereira dos Santos afirma no artigo “Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS” (2008):

O objetivo central do ensino de CTS na educação básica é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS, 200, p. 112).

Essa “criticidade necessária” só pode ser edificada por meio de uma reflexão que minimize essa “perspectiva celebrativa” acerca da ciência ancorada, atualmente, em nosso senso comum e nos espaços formais de constituição do conhecimento presentes em nossa sociedade. Isso não significa, de modo algum, negar a importância da ciência, especialmente no processo de fornecer maneiras mais eficientes de os indivíduos subsistirem, viverem e se adaptarem aos meios físicos-naturais e sociais nos quais eles estão inseridos; pelo contrário, devemos destacar essas contribuições e, junto disso, começar a indagar: 1) quais os sujeitos responsáveis por elas?¹³; 2) quais os impactos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais que essas contribuições gerarão?¹⁴; 3) quem, hoje, pode usufruir delas?¹⁵; 4)

¹³Por exemplo, quando pensamos no advento da mineração no Brasil durante o século XVIII aludimos, na maioria das vezes, para o trabalho desbravador dos bandeirantes que percorreram o interior do nosso país sem, com isso, rememorar/considerar a ação desenvolvida em solo brasileiro de negros escravizados que vieram do Continente Africano repletos de saberes e tecnologias articuladas à extração de metais e pedras preciosas. Ou ainda, não lembramos que os números, tal como os usamos contemporaneamente, resguardam correspondência gráfica e usual com a forma que os egípcios, no Egito Antigo também imerso no Continente Africano, realizavam seus cálculos matemático se faziam suas representações numéricas do mundo (FONTANA; GOMES, 2018).

¹⁴ Exemplificadamente, pense na confecção de calças jeans e observe que são utilizados cerca de 550 litros d’água no processamento de cada peça; mesmo sabendo que esse procedimento barateia e massifica o uso desta roupa é inegável e problemático o seu impacto ambiental. Pense no fenômeno da “geração cristal” formado por crianças que, desde cedo, possuem mais interação com celulares, televisores e tablets – recursos comunicacionais formidáveis e indispensáveis atualmente – do que com outras pessoas, forjando assim, transformações culturais e sociais irreversíveis à humanidade. Pense na produção de alimentos engendrada pela Biologia Genética (geneticamente modificados) e pela Química (defensivos/agrotóxicos); para a maioria dos tecnólogos agrícolas e dos agrônomos, esse procedimento é fundamental para ampliar a produção de gêneros alimentícios, afinal, é necessário manter “pujante” a produção de alimentos para toda a população; todavia, não podemos negar que essa atividade afeta: 1) em termos econômicos, o sistema produtivo de nosso país; 2) em termos políticos, os interesses de muitos agricultores brasileiros que buscam, anualmente, o aumento de seus lucros mediante a ampliação de suas produções (além de incentivos – empréstimos e amortizações – junto ao Estado Brasileiro); 3) em termos ambientais, a poluição do ar, a eliminação da fauna e da flora nativa, o desmatamento, a contaminação dos lençóis freáticos e o envenenamento/intoxicação dos indivíduos; 4) em termos culturais, destacam-se transformações alimentares que – para além do consumo de alimentos altamente processados industrialmente – estarão correlacionadas ao mercado fornecedor de

elas auxiliam no desenvolvimento humano ou geram segregação e exclusão social?¹⁶; 5) elas suprem as necessidades dos indivíduos ou, pelo contrário, geram em nos sujeitos mais e mais necessidades?¹⁷.

Usualmente, a abordagem “histórico-contextualizada” da ciência em nossos bancos escolares, especificamente aquela empreendida no âmbito do Ensino das Ciências Exatas e Naturais, restringe-se ao “contar” de historietas fantásticas e à hipostasiação de nomes famosos detentores de uma genialidade descomunal, tais como: Albert Einstein, Isaac Newton e Galileu Galilei. Sem engendrar os conhecimentos científicos ensinados aos processos contextuais aos quais eles foram engendrados (tanto os de contexto de produção, quanto os sociais, econômicos, políticos e culturais), ratifica-se correntemente uma visão problemática de ciência restrita/inacessível, estática, neutra, exterior e objetiva, quando, na verdade,

produtos alimentícios, sendo assim, os alimentos que tiveram uma “boa safra” ou “um ano de boa produção” serão mais baratos e estarão mais disponíveis, dando às classes populares, “aquilo que comprar” em detrimento dos produtos que não são o foco da agroindústria ou que, por diversos motivos, sofreram alguma “quebra” naquele período.

¹⁵A produção de alimentos, atualmente, é orientada por conhecimentos científico-tecnológicos de “ponta” que, em nível cavalariço, ampliam a produção de gêneros alimentícios por todo o globo. Mesmo assim e mundialmente falando, sabemos que a fome ainda é latente. Como sabemos, este problema não se dá pela escassez de alimentos, mas sim: 1) pela não distribuição racionalmente orientada dos mesmos considerando princípios morais e éticos; 2) pelos mecanismos econômicos que regulam o mercado (numa crise de superprodução, para se manter o mercado “vivo”, o Estado Brasileiro em 1930, queimou milhões de sacas de café). De modo semelhante, podemos analisar o uso dos medicamentos e ações clínicas mais sofisticados hoje existentes para o tratamento das mais variadas doenças. Dependendo do remédio/princípio ativo, do exame e do tratamento, quem poderá pagar por eles e, com isso, prolongar a sua vida?

¹⁶ Nas instituições escolares, o uso de tecnologias comunicacionais está sendo, vertiginosamente, estimulado se articulado aos processos de ensino/aprendizagem nas mais variadas áreas do conhecimento e em todos os níveis de formação. Todavia, nem todos os educandos possuem condições de terem um computador, um celular ou um tablete com as configurações necessárias à execução de dadas atividades escolares. Além da frustração por não acessar tais recursos tecnológicos, observamos que esse processo pode levar ao acometimento de níveis sociais de segregação e de exclusão.

¹⁷ Um exemplo claro disso vincula-se, atualmente, ao uso de celulares e dos aplicativos intrínsecos a ao funcionamento deles. Um celular deveria suprir, mas isso não ocorre efetivamente, as nossas necessidades comunicacionais ligadas ao contato com outros indivíduos localizados longinquamente de nós (seu desígnio fundamental e para o qual foi criado). Junto deles estão os aplicativos que, para que eles funcionem e desempenhem centenas de atividades, precisam ser consumidos, criando deste modo, novas necessidades. Posteriormente, nos acostumamos com dados aplicativos e sistemas operacionais que são “atualizados” e não mais suportados pelos celulares antigos que tínhamos. Sendo assim, para solucionar esse problema, compramos um novo celular.

o uso da mesma deveria ser extensivo, a sua transformação deveria ser almejada e o seu entendimento mais dilatado do que isso. Por vezes, os manuais peritos e os livros didáticos ratificam essa percepção “deficitária” de ciência, requisitando dessa forma, que os professores despertem a “criticidade” de seu alunado considerando outras estratégias no processo de ensino aprendizagem.

De maneira germinal, esse trabalho pode ajudar nesse processo de relacionar conceitos científicos, articulados em ferramentas e tecnologias cotidianamente utilizados por nós, às dimensões contextuais que deram sustentação à construção dos mesmos. Nesse sentido, os óculos, tal como aqui o abordamos, podem funcionar como “lentes” detentoras de outra/nova funcionalidade: promover o ensino de teoremas e postulados óptico-físicos dentro de uma perspectiva mais realista de ciência, fato que consequentemente influi na quebra dessa visão que “celebra” a ciência sem, com isso, evidenciar a amplitude de suas consequências, funções e potencialidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. *Filosofia da ciência*. 18º Ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.

BOURDIEU, Pierre. *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico*. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

CAPRA, F. *O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*. 16º Ed. Trad. Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1993.

CHALMERS, Alain Francis. *O que é ciência, afinal?* Trad. Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

COMTE, Auguste. *Curso de filosofia positiva: Discurso Sobre o Conjunto do Positivismo; Catecismo Positivista*. Trad. José Arthur Gianotti; Miguel Lemos. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

DANTAS, Clarissa.; LINS, Mônica. *Óculos: acessório de saúde ou moda? II Colóquio de moda, 2006*. Disponível em: <<http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202006/artigos/28.pdf>>. Acesso em: 28/04/2019.

FONTANA, F.; GOMES, A. P. Cultura negra e legado científico africano para um ensino mais dinâmico das ciências naturais: apontamentos teórico-metodológicos. In: **Revista Sociologia, Política e Cidadania**, v. 1, n. 1, jan./jul. 2018. Disponível em: <<http://www.ojs.funepe.edu.br/index.php/sociologia/issue/view/14>>. Acesso em: 26 de out. 2018.

GIANNINI, Miguel. **Óculos**. Disponível em: <<https://www.miguelgiannini.com.br/historia-dos-oculos>>. Acesso em: 25/04/2019. (Online).

GOVERNO DO BRASIL. **Saúde dos olhos**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/saude/2012/04/saude-dos-olhos>>. Acesso em 28/04/2018.

HÜLSENDEGER, M.J.V. A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, 2007. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172007000200222&script=sci_abstract>. Acessado em: 24/04/2019.

KUHN, Thomas. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 9ª Ed. São Paulo: Perspectiva, 1962.

LATOUR, B. & WOOLGAR, S. **A vida de laboratório. A produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

_____. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: UNESP, 2000.

LORITE, G. S; CESCATO, L. **Ótica e Problemas da Visão - Relatório Final de Instrumentação de Ensino**. Orientador: Lucila Cescato. Campinas: UNICAMP, 2004. Disponível: <https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_s em1_2004/008769_GabrielaL_Lucila_F809_RF.PDF>. Acessado em: 24/04/2019.

MARTINS, R. A; SILVA, C.C. As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n4/0102-4744-rbef-37-4-4202.pdf>>. Acesso em: 20 de set. 2019.

MELO, A.C.S.; PEDUZZ, L.O.Q. **Contribuições da Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução dos Conceitos da Óptica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NISHIDA, S. M. **Sentido da visão: Apostila do Curso de Fisiologia.** Departamento de Fisiologia, Botucatu: UNESP, 2012. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/Neuro/08.sentido_visao.pdf>. Acessado em: 24/04/2019.

PAIVA, R. Refração da luz. *Revista de Ciência Elementar*, nº 2, Volume, 01, Edição 0039, 2014. Disponível: <https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_2_num_1_39_art_refracaoLuz.pdf>. Acessado em: 24/04/2019.

PAVIANI, Jayme. **Ensinar: Deixar Aprender.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

PINCH, Trevor F.; BIJKER, Wiebe E. The social construction of facts and artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might benefit each other'. In: BIJKER, WIEBE E.; HUGHES, T.; PINCH, T. **The social construction of technological systems.** London, England: The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030631284014003004>>. Acesso em: 24/09/2019.

PORTUGAL. **A Retina Portugal (ARP).** Institucional-Sem Autor, s/d. 2018. Disponível em: <<https://retinaportugal.org.pt/wordpress/funcionamento-do-olho/>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

RABONI, P.C.A. **A fabricação de um Óculos: Resgate das Relações Sociais do Uso e da Produção de Conhecimento no Trabalho.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Metodologia de Ensino à Comissão Julgadora da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1993. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_5acb572c637cfe36ff5fc5cfabb51ddc>. Acesso em: 24/09/2019.

SANTOS, B. S. **Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade.** 3ª Ed. São Paulo: Cortez, 1997.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. IN: **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008 ISSN 1982-5153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>>. Acesso em: 24/09/2019.

TOSSATO, Claudemir Roquete. Os fundamentos da óptica geométrica de Johannes Kepler. *Scientiae. Studia*, vol. 5, nº. 4. São Paulo. Oct/Dec. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-3166200700040003>. Acesso em: 25/04/2019.

UFU. Física Experimental IV. **Lentes Delgadas**. Universidade Federal de Uberlândia Faculdade de Ciências Integradas do Pontal. (Roteiro Experimental). s/d. Disponível em: <http://www.facip.ufu.br/sites/facip.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexos_fe4-07-lentes-delgadas.pdf>. Acesso em: 24/04/2019.