

Alfabetização científica como ferramenta para o exercício da ética: um ensaio

Scientific literacy as strategy for the exercise of ethics: an essay

Valéria Trigueiro Santos Adinolfi

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

vtrigueiro@ifsp.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0002-5768-6774>

Resumo

Este artigo consiste em um ensaio de revisão bibliográfica e análise de dados com o objetivo discutir a alfabetização científica como ferramenta e estratégia educativa para a autonomia e a cidadania a partir da concepção de ciência enquanto linguagem específica e essencial à construção do campo científico e a sua caracterização e tendo diferentes níveis de complexidade. Alfabetização Científica designa o processo de aquisição de linguagem para a construção de uma proficiência mínima que possibilite a compreensão da atividade científica em si, seu funcionamento, mecanismos e sentido. A educação científica efetiva fornece as ferramentas básicas para a compreensão da linguagem científica e contribui para a que indivíduos exerçam a sua cidadania podendo decidir acerca do fazer científico de modo realmente informado. Sem isso ocorre o efeito vitrine, em que a ciência é espetacularizada e o desenvolvimento pessoal e socioeconômico de um sujeito e sua comunidade é comprometido. As consequências vão desde uma visão empobrecida do mundo até dificuldades de inserção na economia do conhecimento e da informação.

Palavras-chave: Alfabetização científica. Ensino de Ciências. Cidadania.

Abstract

This paper consists of a literature review and data analysis essay that aims to discuss scientific literacy as a tool and educational strategy for autonomy and citizenship, starting from the conception of science as specific and essential language for the construction of the scientific field and its characterization and that has different complexity levels. Scientific Literacy designates the process of language acquisition for the construction of a minimum proficiency that allows the understanding of the scientific activity itself, its functioning, mechanisms and meaning. Effective scientific education provides the basic tools for understanding scientific language and contributes for individuals to exercise their citizenship being able to decide on scientific doing in a truly informed way. Without this there is the vitrine effect in which science is spectacularized compromising the personal and socioeconomic development of a subject and his/her community. The consequences range from an impoverished view of the world to difficulties of insertion in the knowledge and information economy.

Keywords: Scientific literacy. Science Education. Citizenship.

Introdução

A sociedade moderna e pós-moderna pode ser caracterizada pela dimensão que o paradigma científico-tecnológico ocupa como forma de ver e organizar o mundo, com impactos positivos e negativos em diversas áreas da sociedade, da saúde à comunicação, economia, meio ambiente, num ténue exercício de (des)equilíbrio entre riscos e benefícios da diminuição das distâncias e diminuição da biodiversidade, aumento da expectativa de vida e também da morbimortalidade em decorrência do aumento da poluição do ar, aumento da cobertura vacinal e prevenção de doenças e da exposição a agrotóxicos de potencial carcinogênico, por exemplo. Pela primeira vez na história humana o ser humano tem a real possibilidade de causar destruição da vida no planeta em sua totalidade de forma imediata e irreversível a curto prazo. Tudo isso evidencia a necessidade de exercitar a reflexão pessoal e debate público sobre o papel da ciência, relação desenvolvimento científico e desenvolvimento humano; impactos socioambientais das concepções de ciência e sua produção; usos e ética do fazer científico. Esta reflexão na esfera individual e o debate na esfera pública exigem que seus participantes tenham um mínimo de compreensão sobre a ciência e seu funcionamento, assim como capacidade de articular argumentos com base na reflexão sobre a natureza íntima do desenvolvimento científico-tecnológico e suas consequências desejadas e indesejadas. Ou seja, uma boa educação em ciências tem implicações sociais, éticas e políticas. Como observam Ribeiro, Colherinhas e Genovese (2016),

o ensino de ciências deve [...] fomentar a formação de cidadãos cientificamente cultos, visando não somente a aquisição tradicional de conceitos, mas também a apreensão e a aquisição de valores e competências diferenciadas que permitam uma compreensão mais ampla sobre os papéis desenvolvidos pela ciência e tecnologia nos contextos social, ambiental, político e econômico, ou seja, compreender as intrincadas relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). (p. 39)

Sem a devida compreensão do cerne da atividade científica a reflexão o debate e a capacidade de decisão sobre o assunto são afetados e empobrecidos.

Habermas analisa o fenômeno da fetichização da ciência e tecnologia a ponto de se tornarem uma ideologia e um instrumento de dominação do homem e da natureza, e a presença dos aspectos sócio-políticos no processo de produção científico-tecnológico, ainda que sua percepção seja difusa por conta da ilusão de neutralidade científica em que não se percebe que “[...] as criações derivadas do homem brotam de uma totalidade social e a ela retornam.” (HABERMAS, 2011, p. 54). Há então um afastamento entre um grupo que é entendido como produtor de ciência e tecnologia e outro grupo que se vê como usuário desses produtos sem envolvimento no processo científico-tecnológico e sem compreensão do mesmo e sem condições de discussão e decisão no que diz respeito ao tema. A ciência passa a ser vista como uma entidade absoluta, autônoma e neutra alimentando o mito cientificista original que se desdobra em três: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da CT e o determinismo tecnológico (AULER; DELIZOIVOC, 2001, p. 123)

O grupo composto por produtores de ciência e tecnologia é entendido como aquele

que detém a palavra final e decisória criando as condições para a formação de uma tecnocracia em que o abismo entre produtores e usuários de ciência e tecnologia se acentua. Essa atitude é alimentada pela existência e persistência da atitude mítica que aqui se revela como tecnocrática permeando a relação entre a sociedade, a ciência e a tecnologia. A tecnocracia se apoia no cientificismo – crença de que a ciência se sobressai como instância superior de resposta a todo e qualquer problema por sua objetividade (AULER; DELIZOIVOC; 2001). Nessa posição os cientistas não são considerados os sujeitos humanos do fazer científico com suas posições e valores – é como se a ciência fosse uma entidade absoluta e suprema. Essa posição tecnocrática pode ser associada ao segundo dos três mitos acerca da ciência analisados por Auler e Delizoicov: o salvacionismo que entende a atividade científico-tecnológico como superior e deposita nele suas esperanças de soluções para os problemas humanos (AULER; DELIZOICOV; 2001). Ciência e tecnologia são vistas como propulsores do progresso por si só – e os cientistas os condutores habilitados a realizar essa jornada tida como evolutiva. Com essa visão a sociedade tende a deixar decisões – ainda que de cunho social e político – em mãos de especialistas da ciência e tecnologia.

O envolvimento (ou não) da sociedade em torno do processo científico tem relação com a forma como se dá o ensino científico-tecnológico. Santos e Mortimer (2002) e Krasilchik (1988) localizam como ponto de ignição dessa discussão entre os anos 1950 e 1960, ao lado do crescimento da produção científica que se seguiu ao pós-guerra. É o momento do assombro com as possibilidades da ciência e da tecnologia e seu potencial, do poder por ela representado e da distância entre produtores e consumidores de ciência que se acentua durante a Guerra Fria entre Estados Unidos e União Soviética: “Naquela época, propunha-se uma educação científica para a educação básica, no sentido de preparar os jovens para adquirir uma postura de cientista, pensando e agindo no seu cotidiano como cientistas.” (SANTOS, 2007, p. 475). Carreiras científico-tecnológicas foram vistas nesse período como estratégicas para o desenvolvimento social e econômico das populações e presença de tecnocratas na elaboração e implementação de políticas públicas.

No entanto, contrapondo-se a essa demanda, seguiu-se a necessidade de construir nações democráticas com cidadãos conscientes de seus direitos e deveres e capazes de opinar a respeito dos destinos da ciência e da tecnologia e dos múltiplos assuntos de suas vidas que, de alguma forma, são afetados por elas. O ensino das Ciências nos currículos escolares passa a agregar a importância de adquirir, compreender e obter informação e a necessidade de usar a informação para analisar e opinar acerca de processos com claros componentes políticos e sociais e, finalmente, agir. (KRASILCHIK, 1988, p. 56)

Para Silva, esta abordagem pode ser um desafio ao ensino científico hoje pois sua visão da “[...] produção científica e tecnológica sujeita às forças que regem a sociedade, aos interesses econômicos, políticos, sociais, morais e éticos desfaz a visão do cientista como um indivíduo movido por uma simples curiosidade, desvinculado de um contexto.” (SILVA, 2008, p. 61).

Uma sociedade em que parte significativa de seus membros não é capaz de

proficiência mínima dos fundamentos da ciência e da tecnologia não terá as condições adequadas para a reflexão e participação na esfera pública de debates e decisões sobre os impactos sociais desses campos. Individualmente, cada membro da sociedade também decide por um ou outro modelo científico-tecnológico a partir de suas ações cotidianas, como quando opta por uma determinada forma de consumo, o melhor tratamento frente a um problema de saúde, a forma como se alimenta. Todas essas decisões são feitas várias vezes ao longo de cada dia, entretanto nem sempre de forma consciente. Numa sociedade de mercado muitas são as opções apresentadas e os discursos concorrentes em busca de adeptos e clientes. Os recentes casos de hesitação vacinal e o aumento de grupos *anti-vax* por motivos de convicções pessoais – fenômeno que ganha força nos Estados Unidos e Europa - levaram ao retorno de doenças já erradicadas ou próximas da erradicação, como sarampo, varíola e outras doenças imunopreveníveis (SATO,2018; VASCONCELLOS-SILVA, CASTIEL, GRIEP, 2015; STAHL, 2016). Acerca dos fatores que incidem sobre o processo decisório cotidiano dos sujeitos sobre questões cruciais como a saúde, com impactos individuais e sociais:

As ações racionais do consumidor em saúde se dão em condições de crescente credibilidade da internet nas questões de proteção e manutenção da vida saudável perante novas e inúmeras bioameaças que se apresentam. Na perspectiva de consumidores de informação em saúde, no vácuo das certezas, é mais prudente se unir aos rostos célebres e biografias que soam familiares do que, ao contrário, se orientar às médias das estatísticas oficiais, indeterminadoras e intangíveis por natureza. (VASCONCELLOS-SILVA; CASTIEL; GRIEP; 2015, p. 613)

Por vezes faltam condições de compreender informações técnicas relevantes para informar a decisão e disposição para refletir sobre o processo decisório, o que leva à dependência de decisões tecnocráticas e à perda progressiva de autonomia.

Linguagem científica e educação em ciências

A compreensão dos rudimentos da atividade científica passa pela aquisição de uma linguagem própria pois a ciência se constitui de um conjunto de códigos próprios que soa esotérico ao grande público: “Para se constituir, a ciência tem que romper com as evidências e ‘códigos de leitura’ do real que elas constituem, inventando um novo código [...]” (SANTOS, 1989, p. 32). Por seu discurso técnico característico e de circulação junto à comunidade científica a ciência tem uma metalinguagem própria com um código dominado por seus membros após um processo de aprendizagem. Esses códigos são específicos de cada área e são essenciais para a construção do campo científico delimitando suas fronteiras, caracterizando seus membros e distinguindo-os dos demais, sendo marca identitária de cada área:

O discurso científico é essencial para a ciência; romper com as opiniões, com o imediatismo, com a ordem do real e buscar a objetividade e universalidade faz parte da constituição da ciência e sua diferenciação em relação aos demais saberes, ao cotidiano e ao senso comum (ADINOLFI, 2007, p. 2)

Na produção da ciência há o processo de formação do cientista que envolve aquisição da linguagem científica, sua inscrição na formação discursiva científica que permite a aquisição dos mecanismos da linguagem técnica que o diferenciarão e o permitirão compreender e produzir um discurso validado pela comunidade, inserido numa memória discursiva consolidada e diferenciada do discurso do cotidiano e do senso comum. Esse processo o insere como membro de um seleto grupo de tecnocratas especialistas, autorizado a emitir juízos técnicos (ou seja, a avaliar) sobre uma área, produzindo efeitos de verdade.

O cientista se constitui quando se submete, se assujeita aos mecanismos e técnicas de determinação e produção de verdade, do dizível e não-dizível na formação discursiva da ciência, e por esse processo de assujeitamento, de inscrição num já-dito, numa memória discursiva, num já-estabelecido, que é autorizado a falar a partir da posição de cientista. Inscrição num já-dito, já estabelecido, uma memória prévia. (ADINOLFI, 2007, p. 2)

A linguagem é mecanismo que constitui e delimita o campo científico, estabelecendo que as vozes autorizadas a emitir juízo são aquelas que passaram pelo processo de formação na área. Norris e Philips defendem o papel do trabalho com a produção discursiva dos textos de uma área para a formação científica, seja para afirmá-la seja para superá-la: “discurso científico sempre se relaciona e é dependente de um outro discurso que veio antes, mesmo que este rejeite o anterior, e serve como um anexo para o discurso que está por vir, mesmo se o mesmo for rejeitado pelo discurso subsequente”¹ (NORRIS, PHILIPS, 2003, p. 232).

Mas esse processo que culmina com a formação de técnicos do campo científico-tecnológico especializados em uma área do saber e autorizados a emitir tais juízos tem um início na formação básica, onde os rudimentos da linguagem científica são aprendidos de forma ampla, formando as condições para a compreensão científica do mundo. Ainda que a especialização seja própria e característica da formação profissional há toda uma formação mais abrangente e necessária para que todos os sujeitos sejam capazes de compreender seus fundamentos. É a alfabetização científica que permite ao cidadão comum compreender o mundo e a natureza a partir da abordagem científica: “O mundo é (existe) independente da ciência. Esta o torna inteligível, e a tecnologia, como aplicação da ciência, modifica esse mundo”. (CHASSOT, 2003, p. 94). É também essa aquisição de linguagem que oferece ao cidadão comum compreender a ciência de forma a poder decidir pessoal e coletivamente sobre os usos da ciência e seus impactos. Todo esse processo de aquisição da linguagem se constitui uma alfabetização científica propiciando a leitura do mundo natural e social – sem isso há prejuízo à formação pessoal e social. A falta de proficiência mínima nessa linguagem constitui analfabetismo em uma área importante da vida. Como observa Chassot: [...] que a ciência seja uma linguagem; assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo. (CHASSOT, 2003, p. 91). O local onde ocorre essa alfabetização passa, necessariamente, por um Ensino Básico que forneça as

¹ Tradução livre. Original: “*scientific discourse always attaches to and is dependent upon discourse that has gone before, even if it rejects the former, and serves as an attachment for discourse that is to come, even if it itself is rejected by that subsequent discourse.*”

condições de apreensão dos fundamentos da linguagem e dos fazeres da ciência. Nesse sentido, também Krasilchik atribui ao termo “alfabetização científica” um sentido relacionado à cidadania e democratização das ciências num contexto de universalização do ensino e seus desafios e dificuldades: “Um outro movimento relacionado à mudança dos objetivos do ensino de Ciências, em direção à formação geral para a cidadania, tem hoje papel importante no panorama internacional, denominado de ‘alfabetização científica’ (KRASILCHIK, 1992, p. 6).

Educação em ciências e construção da cidadania e autonomia dos sujeitos

Fourez (1995) pondera que há duas formas de se fazer esse processo de educação científica, com resultados distintos: uma que gera um efeito de vitrine e outra que realmente confere poder. A educação científica de efeito vitrine ocorre de forma a espetacularizar a ciência, reforçando sua linguagem esotérica e o afastamento do público não especialista, mas conferindo um vislumbre do mundo científico e a ilusão de compreensão de alguns de seus elementos pela repetição mecânica e descontextualizada e alguns elementos da linguagem científica. Assimilam-se termos e expressões que até mesmo se proliferam e se banalizam sem que haja compreensão de fato de seus significados. Já a educação científica que confere poder de decisão é aquela que fornece as ferramentas básicas para a compreensão da linguagem e dos conceitos básicos de ciência, de forma que o sujeito se torna cidadão e pode decidir acerca do fazer científico de modo realmente informado. O efetivo ensino de ciências e matemática na Educação Básica é estratégia de ensino fundamental de construção de cidadania. A falta de uma boa educação matemática e científica retira dos sujeitos as condições para fazer boas escolhas com respeito a ciência e tecnologia em seu dia a dia, alienando-o dos processos decisórios que dizem respeito à produção e uso da ciência, seja na esfera individual seja na esfera social.

Esse processo é necessário tanto para o despertar de vocações profissionais na área de Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática² – fundamental ao desenvolvimento humano de um grupo social – quanto para que cada sujeito seja capaz de decidir de modo realmente informado em seu dia a dia. Quais os subsídios que informam uma decisão como essa? Como fazê-lo de forma consciente sem que haja uma efetiva alfabetização científica que promova um mínimo necessário de proficiência em ciências, matemática e tecnologia? Decisões como essas são feitas cotidianamente, e exigem uma compreensão mínima da metalinguagem científica e do funcionamento do campo científico. É preciso compreender o significado da linguagem científica para então ponderar as consequências das diversas opções postas.

Sem uma adequada alfabetização nas áreas de STEM o próprio desenvolvimento pessoal e socioeconômico de um sujeito e de sua comunidade fica comprometidos. As consequências vão desde uma visão empobrecida do mundo até dificuldades de inserção na economia do conhecimento e da informação - daí a importância do tema.

² Conhecidas pela sigla STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics

Alfabetização científica como fundamento para decisões

O termo Alfabetização Científica (opção deste artigo) e mesmo Letramento Científico designa essa formação científica inicial e denota um processo de aquisição de linguagem, de contato e inscrição com a formação discursiva típica das ciências. Godin (1999) identifica ciência e discurso: “a cultura científica é um discurso. Que a ciência ela mesma é um discurso, ninguém duvida mais”.³ (GODIN, 1999, p. 11).

Autores como Chassot (2003) e Soares (1998) distinguem Alfabetização Científica e Letramento Científico: o segundo estaria mais ligado às práticas sociais da leitura, e não apenas aquisição instrumental da linguagem. Os dois conceitos estão relacionados às leituras das produções externas sobre o tema - sobretudo França, Canadá, Inglaterra, Estados Unidos. Sasseron observa as conotações políticas relacionadas à educação científica que permeiam os termos acima descritos:

Ao estudar a literatura estrangeira relacionada à Didática das Ciências, percebemos uma variação no uso do termo que defina o ensino de Ciências preocupado com a formação cidadã dos alunos para ação e atuação em sociedade” (SASSERON, 2011, p. 59)

O termo alfabetização científica deriva do inglês *scientific literacy* — termo que em uso há pelo menos 40 anos em parte dos países de língua inglesa e nos documentos internacionais e cujo sentido também não é tão claro — conforme observam Holbrook e Rannikmae (2009, p. 275): “é necessário relacionar alfabetização científica a uma apreciação da natureza da ciência, aprendizado pessoal incluindo atitudes e também o desenvolvimento de valores sociais”⁴. (HOLBROOK, RANNIKMAE, 2009, p. 276). Na Grã-Bretanha utiliza-se também o termo *the public understanding of science*, enfatizando a compreensão do público em geral das atividades científicas. Em francês usa-se o termo *culture scientifique et technologique* (GODIN, 1999; HASNI, 2005; LAS VERGNAS, 2011), relacionado à construção de um ambiente propício ao pensamento científico, de onde o termo enculturação científica – entretanto Fourez (1994) utiliza o termo *alphabétisation scientifique et technologique*.

Sasseron relaciona o termo “alfabetização científica” a uma concepção mais freireana de educação, em que a leitura do mundo é algo mais amplo que a decodificação de símbolos abstratos:

Utilizamos a expressão “Alfabetização Científica” alicerçadas na ideia de alfabetização concebida por Paulo Freire [...] Assim pensando, a alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca. (SASSERON, 2011, p. 61).

A BNCC — Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) — utiliza o termo “letramento científico” ao se referir ao desenvolvimento de competências e habilidades das ciências da natureza no Ensino Médio relacionando-a à aquisição da linguagem científica

³ Tradução livre. Original: “*la culture scientifique est un discours. Que la science soit elle-même un discours, nul n’en doute plus...*”

⁴ Tradução livre. Original: “*is necessary to relate scientific literacy to an appreciation of the nature of science, personal learning attributes including attitudes and also to the development of social values*”

básica:

Diante da diversidade dos usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, torna-se fundamental a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão.

O Ensino Médio deve, portanto, promover a compreensão e a apropriação desse modo de “se expressar” próprio das Ciências da Natureza pelos estudantes. Isso significa, por exemplo, garantir: o uso pertinente da terminologia científica de processos e conceitos (como dissolução, oxidação, polarização, magnetização, adaptação, sustentabilidade, evolução e outros); a identificação e a utilização de unidades de medida adequadas para diferentes grandezas; ou, ainda, o envolvimento em processos de leitura, comunicação e divulgação do conhecimento científico, fazendo uso de imagens, gráficos, vídeos, notícias, com aplicação ampla das tecnologias da informação e comunicação. Tudo isto é fundamental para que os estudantes possam entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico, além de lhes permitir uma maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia. (BRASIL, 2018, p. 551)

Verifica-se dessa forma a persistência de uma concepção de ciência enquanto linguagem específica de descrição do mundo cuja compreensão passa pelo aprendizado de fundamentos básicos e se relaciona às escolhas da vida cotidiana e ao exercício da cidadania.

Neste artigo utiliza-se o termo Alfabetização Científica por já estar consolidado e pelo entendimento de que as características de aquisição de linguagem estão presente em ambos. Há todo um processo de aquisição dessa linguagem, com vários níveis possíveis de compreensão até que se possa chegar à compreensão das bases da linguagem científica:

A resposta à pergunta "o que um aluno alfabetizado deve saber valorizar e saber fazer? levou ao estabelecimento de modelos que consideram diferentes níveis estruturais, multidimensionais de alfabetização científica". Esses níveis evoluem do patamar de "alfabetização nominal" aos subsequentes, em ordem crescente denominados: "alfabetização funcional", quando os estudantes desenvolvem conceitos sem entendê-los, ao de "alfabetização estrutural", quando já atribuem significados próprios aos conceitos científicos, chegando finalmente ao nível de "alfabetização multidimensional" em que os indivíduos são capazes de adquirir e explicar conhecimentos científicos, além de aplicá-los na solução de problemas do dia a dia". KRASILCHIK, 1992, p. 6

A aquisição de fundamentos da linguagem científica possibilita a compreensão da atividade científica em si, de seu funcionamento e mecanismos e, também, de seu sentido e deve ocorrer no ambiente escolar – não exclusivamente, considerando-os os demais espaços de educação e seu – mas necessariamente:

[...] as atitudes relacionadas com a ciência e a tecnologia devem ser

trabalhadas desde os primeiros anos de escolarização a fim de preparar o estudante em relação ao desenvolvimento da sua alfabetização científica e tecnológica para a vida adulta. Por este motivo, a escola deve prever o desenvolvimento de hábitos que propiciem uma formação permanente do cidadão. (MACIEL, 2012, p. 156)

A mera repetição de conceitos e fórmulas não pode ser considerada como alfabetização científica pois não traz compreensão desses elementos e de seu contexto de produção e uso. A linguagem científica possui diferentes níveis de complexidade desde o básico até a fluência – estágio em que se torna mais restrito a uma comunidade científica específica, delimitando os sujeitos que podem se afirmar pertencentes a essa comunidade a partir de critérios que englobam exigem fluência para assimilação. Com isso a linguagem científica se torna elemento da construção da identidade do sujeito de um determinado campo científico. Ao delimitar um campo científico e a identidade dos sujeitos que a ele também exclui desse espaço os não fluentes, os não cientistas daquele campo, os leigos que não possuem o domínio daquela linguagem. A questão é: entre a fluência e o conhecimento básico há diferentes níveis de relação com essa linguagem que vão desde o desconhecimento total passando pela alfabetização e letramento científico até a fluência. O aprendizado de rudimentos que não forneçam compreensão mínima da ciência e sua linguagem também não proporciona condições mínimas de tomada de decisão acerca de assuntos que englobem ciência e tecnologia. Opera-se uma cisão entre o mundo científico e o não científico sem pontos de conexão e comunicação e sem possibilidades de participação efetiva e autônoma em discussões e decisões de cunho científico-tecnológico. Nesse caso o domínio da linguagem científica diante da ignorância da mesma pode se tornar uma forma de exercício de poder pois oferece a um grupo esotérico a possibilidade de tomada de decisões que afetam a um grupo que sequer compreende o que é e como a ciência afeta o seu dia a dia, instituindo uma tecnocracia em que os que não compreendem a ciência se tornam objeto passivo das decisões dos sujeitos cientistas e possibilitando a acomodação – tanto dos que exercem esse poder quanto dos que acatam as decisões sem que tenham que compreender e refletir sobre elas. Nesse caso com a acomodação pode vir um desinteresse e um afastamento de atividades de alfabetização científica, pois podem romper essa relação cômoda já estabelecida:

Parece que merece ser questionado, liminarmente, se essa alfabetização científica é algo próprio, ou melhor, é de interesse apenas daqueles que estão diretamente ligados à ciência. Usualmente, conhecer a ciência é assunto quase vedado àqueles que não pertencem a essa esotérica comunidade científica. (CHASSOT, 2003, p. 94)

Assumindo que o domínio da linguagem científica é restrito a uma comunidade científica esotérica delimitando seus contornos e definindo a identidade de seus sujeitos vem a questão de como aumentar os pontos de contato entre os dois mundos, de como promover o entendimento entre eles tornando minimamente compreensível a linguagem científica. Ou seja: como promover a alfabetização científica. A compreensão plena da linguagem científica básica — o nível multidimensional de que fala Krasilchik (1992) — corresponde à capacidade de compreender, explicar e aplicar a ciência à sua vida,

possibilitando ao indivíduo fazer escolhas informadas e exercitar a cidadania:

poderíamos pensar que alfabetização científica signifique possibilidades de que a grande maioria da população disponha de conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para se desenvolver na vida diária, ajudar a resolver os problemas e as necessidades de saúde e sobrevivência básica, tomar consciência das complexas relações entre ciência e sociedade. (CHASSOT, 2003, p. 97)

Sem a devida compreensão, indivíduos são levados à heteronomia adotando as escolhas que são feitas por outrem – pela publicidade, pela indústria, por legisladores, por tecnocratas etc. Dessa forma deixam de exercer adequadamente a reflexão ética e política e têm sua autonomia diminuída por falta de conhecimento efetivo da linguagem científica. Mais ainda: podem ser expostos a riscos desnecessários ou deixar de alcançar algum possível benefício por conta dessa incompreensão. Deixam de ser sujeitos capazes de usar a ciência para a construção de suas históricas individuais e sociais e mesmo produtores de ciências para serem consumidores passivos das informações e produtos científico-tecnológicos. Como observa Chassot,

Assim como se exige que os alfabetizados em língua materna sejam cidadãos e cidadãos críticos, em oposição, por exemplo, àqueles que Bertolt Brecht classifica como analfabetos políticos, seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor. (CHASSOT, 2003, p. 94)

Entende-se que a alfabetização científica pode ser elemento de engajamento social e pode e deve levar à ação sobre a sociedade – não de forma tecnocrática ou salvacionista mas como elemento de exercício da democracia para a compreensão e transformação do mundo em que se vive.

A reflexão sobre riscos e benefícios tecnológicos: ciência para tomada de decisão autônoma e cidadã

Como todo fazer humano as atividades do campo científico-tecnológico trazem benefícios e riscos variáveis ao contexto físico e social humano. Há um desafio constante na busca do equilíbrio entre os riscos e os benefícios da atividade científico-tecnológica de forma a maximizar os benefícios e eliminar ou minimizar os danos que porventura forem considerados aceitáveis em termos de benefícios gerados. Não há tecnologia neutra: a própria vida implica risco. Entretanto a sociedade compartilha de responsabilidade quanto à aceitação de riscos advindos da ciência e tecnologia na medida em que adota tecnologias em seu dia a dia de forma intensa e ampla. Mas qual o grau de autonomia na decisão sobre esses riscos e sobre os benefícios advindos dessas tecnologias? Mais ainda, qual o nível de compreensão desses riscos e benefícios? Como se dão as escolhas sobre aceitabilidade ou não de riscos? Quais os fundamentos dessas decisões? Como são geridos esses riscos? Faz parte dos fins da ciência prever fenômenos futuros decorrentes através da construção de modelos teóricos e modelamento de dados. A gestão de riscos pode ser

entendida basicamente como uma atividade de previsão das consequências de uma tecnologia que resulta da aplicação prática de modelos e dados científicos.

Os juízos emitidos por um sujeito acerca de um projeto, produto ou processo têm natureza ética e social e desempenham um papel importante na análise dos riscos, pois determinam qual será a postura adotada frente aos impactos da tecnologia desenvolvida, os benefícios e danos para a saúde humana e não humana, o ambiente e os arranjos sociais. Estas consequências podem ser não previsíveis e/ou não quantificáveis e mesmo irreversíveis e estão diretamente relacionadas ao contexto de desenvolvimento e aplicação.

Promover a alfabetização científica efetiva fornece os meios para uma reflexão que impulse a efetivação da autonomia e a cidadania. Cidadãos não cientistas porém conhecedores da linguagem científica e seu funcionamento são chamados a participar do debate juntamente com cientistas, traçar os cenários possíveis a partir das informações disponíveis, refletir sobre eles, propor soluções que incorporem o estado da arte e as aspirações das comunidades tendo como horizonte a permanência futura da vida (autêntica, como lembrou Hans Jonas, 2006).

Considerações: analfabetismo científico e perda de autonomia e cidadania

Assim como o analfabetismo que afasta da participação e da cidadania em uma sociedade alfabética, o desconhecimento da linguagem científica também provoca exclusão social e prejudica a compreensão e interação com o mundo natural e social com pode ser observado em Chassot (2003) com prejuízos ao exercício da cidadania que é entendido como um dos objetivos do ensino de ciências enquanto alfabetização científica (KRASILSHIK, 1992).

A alfabetização científica vai além repetição de informações passando pela compreensão do sentido daquilo de que se fala, pela capacidade de análise, pela reflexão que alimenta o exercício pleno da cidadania. Sem essa compreensão temos os males do analfabetismo funcional travestido de saber – indivíduos que podem conhecer fórmulas e conceitos sem que tenham noção do significado pleno destes em sua vida cotidiana e seus processos decisórios individuais e coletivos. Dessa forma parcelas da população são apartadas do exercício pleno de sua cidadania

No Brasil avaliações externas têm indicado pouca proficiência em matemática e ciências da natureza: no PISA (*Programme for International Student Assessment/ Programa Internacional de Avaliação de Estudantes*) - avaliação aplicada a uma amostra de estudantes na faixa dos 15 anos - a média brasileira foi de 384 em Matemática e 404 em Ciências da Natureza. Somente 45% dos estudantes podem ser classificados como acima do nível dois – relativo ao reconhecimento de explicações científicas para os fenômenos do mundo e capacidade de avaliação de conclusões baseadas em dados. Nos demais países avaliados pela OCDE a média é de 78%.⁵ No IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) que busca sintetizar informações de desempenho escolar em língua

⁵ Conforme relatório “BRAZIL – Country Note –Results from PISA 2018” (OECD)

portuguesa e matemática com informações sobre rendimento escolar, a situação também é preocupante: o ano de 2019 registrou média de 4,9 para os anos finais do Ensino Fundamental e de 4,2 no Ensino Médio⁶ (BRASIL, 2020). Serrão et al também analisam dados referentes ao analfabetismo científico de jovens e adultos brasileiros a partir de indicadores próprios com resultados similares: numa escala de um a quatro, 48% estavam no nível dois e 16% no nível um (SERRÃO et al, 2016, p. 348)

A alfabetização e educação científica é um esforço para mudar esse quadro, e pode ser entendida como um movimento de reformulação discursiva (ADINOLFI, 2007) - o discurso científico original, técnico, é traduzido numa linguagem passível de ser entendida pelo leigo em ciência, adequado a cada idade, nível e contexto dos educandos. É um processo educativo, formativo, que visa a construção da autonomia dos educandos, e que como tal apresenta diferentes formatos e resultados.

A aquisição das condições mínimas de compreensão da linguagem científica – a proficiência na área STEM – é o objeto da educação em ciências, e deve ser construída desde o Ensino Básico construindo assim um alicerce sólido para a compreensão do mundo a partir da ciência. Para isso, não basta um ensino de ciência proforma, que produz um efeito vitrine, mas não produz conhecimentos que possam ser mobilizados em suporte à discussão e ao debate em análises de risco e processos decisórios. Isso exige o desenvolvimento de habilidades de pensar criticamente, e não apenas de reproduzir informações no ensino de ciências, ou seja, uma alfabetização científica efetiva. Entretanto, preocupa que no cenário da educação brasileira é possível perceber falhas graves tanto na aquisição da linguagem científica quanto no desenvolvimento de habilidades críticas. Rodriguez, Dahlman e Salmi observaram ainda em 2008 que "muitos estudantes brasileiros estão em um sistema educacional que não ensina nem conhecimentos mecanizados nem habilidades de pensamento crítico"⁷. (RODRIGUEZ; DAHLMAN; SALMI, 2008, p. 79). A questão é: o que mudou desde então? Os dados do IDEB 2019 (BRASIL, 2020), de Serrão et al (2016) e do PISA (OCDE, 2018) apontam para um ensino de ciências em que esta situação ainda perdura.

Seja no Ensino Básico em que há a necessidade de uma efetiva alfabetização científica para todos os estudantes capacitando-os para decisões tecnicamente informadas seja no ensino profissionalizante em nível médio e superior (já uma esfera de especialização) há uma necessidade premente: o de refletir de forma transversal sobre valores e processos de escolhas. É preciso o desenvolvimento de competências que vão além da tradução e permitam a interpretação, compreensão e reflexão sobre os fenômenos, a elaboração de argumentações e a resolução de problemas de forma inovadora e criativa. Somente dessa forma serão formados sujeitos autônomos, cidadãos que possam decidir de forma consciente sobre quais os pressupostos, metodologias e resultados desejados para suas produções — para si e para a sua comunidade. Há, portanto, toda uma complexidade política e moral que vai além da técnica a ser considerada na alfabetização

⁶ Conforme resultados disponibilizados na página " IDEB - Resultados e Metas" publicados em 2020 e disponíveis em <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

⁷ Tradução livre. Original: "most Brazilian students are in an education system that teaches them neither rote knowledge nor critical thinking skills" (RODRIGUEZ, DAHLMAN, SALMI, 2008, p. 79)

científica e que passa pelo desenvolvimento da capacidade de reflexão autônoma sobre a produção, o contexto, os sentidos e os valores da produção científico-tecnológica a partir da compreensão da linguagem científica. Ou seja: a alfabetização científica é tanto estratégia de ensino como exercício da ética e da cidadania.

Referências

ADINOLFI, Valeria Trigueiro Santos. Discurso científico, poder e verdade. **Revista Aulas**. Dossiê Foucault, Campinas, N. 3 – dezembro 2006/março 2007

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, Dec. 2001.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. **IDEB - Resultados e Metas**. Brasília: Ministério da Educação, 2020. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/> Acesso em: 06 Out. 2020

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Jan/Fev/Mar/Abr 2003 Nº 22, p. 89-100

dos SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36 set. /dez. 2007, p. 474-550

FOUREZ, Gérard. **A Construção das Ciências**. São Paulo: Editora da UNESP, 1995

FOUREZ, Gérard. **Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**. Bruxelles: De Boeck Université, 1994

GODIN, Benoit. **Les usages sociaux de la culture scientifique**. Québec: Le Presse de L'Université Laval, 1999

HASNI, Abdelkrim. La culture scientifique a l'école: de quelle culture agit-il et quelles conditions mettre en place pour la développer?. In: SIMARD, Denis. MELLOUKI, M'hammed (org). **L'enseignement profession intellectuelle**. Québec: Les Presses de L'Université Laval.

HOLBROOK, Jack. RANNIKMAE, Miia. The Meaning of Scientific Literacy. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 04, nr 3, 2009

JONAS, Hans. **O Princípio Responsabilidade**: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Tradução de Marijane Lisboa, Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto/Ed. PUC-Rio, 2006

KRASILCHIK, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, Brasília,

ano 11, nº 55, jul. /set. 1992

LAS VERGNAS, Olivier. L'institutionnalisation de la 'culture scientifique et technique', un fait social français (1970 – 2010). **Savoirs**, 2011/3 (nº 27), p. 9-60

MACIEL, Maria Delourdes. Alfabetização científica e tecnológica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade (CTS): implicações para o currículo, o ensino e a formação de. **REnCiMa**, Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 3, n. 3, p. 152-160

NORRIS, Stephen P. PHILLIPS, Linda M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, Volume 87, Issue2, 2003, P. 224-240

OECD. **Brazil – Country Note – Results from PISA 2018.**

RIBEIRO, Thiago Vasconcelos. COLHERINHAS, Guilherme. GENOVESE Luiz Gonzaga Roversi. O estudo de temas tecnológicos na educação CTSA: uma experiência de alfabetização científica e tecnológica no ensino médio. **REnCiMa** - Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 7, n. 1, p. 38-58, 2016

RODRÍGUEZ, Alberto. DAHLMAN, Carl. SALMI, Jamil. **Knowledge and Innovation for Competitiveness in Brazil.** Washington: The International Bank for Reconstruction and Development /The World Bank, 2008

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Introdução a uma Ciência Pós-Moderna.** Rio de Janeiro: Graal, 1989.

SASSERON, Lúcia Helena. CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, V16(1), pp. 59-77, 2011

SATO, Ana Paula Sayuri. What is the importance of vaccine hesitancy in the drop of vaccination coverage in Brazil? **Revista de Saúde Pública** [online]. 2018, v. 52 96.

SERRÃO, Luis Felipe Soares et al. A experiência de um indicador de letramento científico. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 46, n. 160, p. 334-361, June 2016.

STAHL, J. COHEN, R. DENIS, F. GAUDELUS, J. MARTINOT, A et. al. The impact of the web and social networks on vaccination. New challenges and opportunities offered to fight against vaccine hesitancy. **Médecine et Maladies Infectieuses**, 2016 vol: 46 (3) pp: 117-122]

VASCONCELLOS-SILVA, Paulo Roberto. CASTIEL, Luis David. GRIEP, Rosane Härter. A sociedade de risco midiaticizada, o movimento antivacinação e o risco do autismo. **Ciência & Saúde Coletiva** [online], 2015, v. 20, n. 2, p. 607-616.