

O MÉTODO CIENTÍFICO: ALGUMAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE

THE SCIENTIFIC METHOD: SOME RELATIONS BETWEEN SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY AND ENVIRONMENT

Luís Carlos Lemos da Silva*

Resumo: Hoje em dia, não se pode negar a influência da ciência positiva sobre a sociedade. Por outro lado, não podemos esquecer que esta mesma ciência se isolou das reflexões sobre o ser humano, sobre os valores éticos e mesmo sobre seus próprios fins. Como isto pode acontecer se temos cada vez mais acesso aos recursos tecnológicos? As novas tecnologias, presentes na vida das pessoas, não têm facilitado esse processo?

Palavras-chave: Ciência. Ensino de Ciências.

Abstract: Nowadays, one can not deny the positive influence of science on society. Moreover, we must not forget that this same science has isolated the reflections on the human being, on ethical values and even about their own purposes. How can this happen if we have more access to technological resources? New technologies present in people's lives, have facilitated this process? These questions relate to the concern of the author to discuss the scientific method, in order to suggest a new science education can adequately relate scientific knowledge, technology, society and environment.

Keywords: Science. Science Education

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da indústria no final do século XIX, surge um *entusiasmo* e *crença* no progresso humano, exaltado pela corrente filosófica denominada *positivismo*, que teve como precursores Augusto Comte (1789-1857), Herbert Spencer (1820-1903), Émile Durkheim (1858-1917), e como característica principal o primado da ciência, ou seja, a busca do conhecimento através de dados empíricos e das leis que regem a natureza.

Por outro lado, a crise da física clássica newtoniana no início do século XX incapaz de explicar fenômenos como a emissão de radiação do *corpo negro*, e também com o fracasso experimental para medir o éter, proporcionou a origem de duas

* Mestre em Ensino de Ciências na Amazônia. E-mail: luisclsfilosofo@hotmail.com.

concepções revolucionárias que ainda regem a visão da física contemporânea: a *Teoria Quântica* e a *Teoria da Relatividade*.

Essas duas teorias fundamentam a visão atual do universo físico: a de que o universo teria se originado a partir de uma explosão inicial, conhecida como Big Bang, e atualmente ainda estaria em expansão. Alguns pensadores contemporâneos, empolgados com o avanço da física, extrapolaram suas conclusões, de caráter físico, para outras áreas do conhecimento.

Desse modo, a tendência mais necessária atualmente é aquela que vá em direção do ser humano. Que respeite o meio ambiente, a cultura, o saber tradicional. Necessita-se de uma ciência que seja para todos e não para alguns. Porém, para que isto aconteça, é necessário investir em educação. Uma educação científica e tecnológica capaz de promover a paz, o respeito mútuo e a democracia.

Com efeito, indagamos: existe atualmente uma tendência que dê sustentabilidade aos diversos discursos? Existe uma tendência que possa ser válida, aceita e justificada como epistemologia científica que responda minimamente o problema educacional global? Não é nossa pretensão responder estas questões. Apenas pretendemos discutir o método científico, com vistas a sugerir uma tendência educacional capaz de relacionar adequadamente o conhecimento científico, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Enfim, acreditamos que continuar aceitando que grande parte da população não receba formação científica e tecnológica de qualidade agravará as desigualdades mundiais e significará atraso nos países emergentes. Ou seja, precisamos desenvolver um método capaz de tornar o ensino de ciências mais crítico, participativo e reflexivo.

1 ALGUMAS TENDÊNCIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A palavra *tendência* vem do latim “*tendentia*”, que significa “inclinar-se para”, “ser atraído por”. Ou seja, tendência é o ato de optar por algo; uma escolha entre várias alternativas; ou, uma vontade natural, irrefletida, subconsciente, que se transforma em comportamento com ou sem a devida consciência do indivíduo (ABBAGNANO, 2000).

Conforme Moriera (2006), tendência pode ser comparada a *paradigma*. Um paradigma científico inclui modelos, como, por exemplo, o modelo planetário dos átomos, teorias, leis básicas, conceitos, pressupostos e valores. Para Kuhn (1975), uma noção como a do paradigma científico foi essencial para compor seu argumento alusivo

a um aspecto particular da história da ciência, a saber, quando uma estrutura conceitual cede lugar a outra, durante o que ele chamou de revolução científica.

Kuhn (1975) acredita que, durante períodos de "ciência normal", os cientistas trabalham dentro do mesmo paradigma. A comunicação e trabalho científicos prosseguem de forma relativamente sem percalços até que ocorram anomalias, ou que uma nova teoria ou modelo seja proposta, exigindo que se entenda conceitos científicos tradicionais de novas maneiras, e que se rejeite velhos pressupostos e substitua-os por novos.

O exemplo de uma revolução científica no sentido de Kuhn seria a revolução Copernicana. O antigo modelo da terra no centro da criação de Deus foi substituído por um modelo que colocava a terra como um entre vários planetas orbitando o nosso Sol. Mais tarde, as órbitas circulares, que representavam a perfeição do projeto divino para os céus na antiga visão do mundo, seriam relutantemente substituídas (CHASSOT, 1994).

Na história da ciência ocidental, sempre houve uma grande pluralidade de tendências, paradigmas ou escolas, que surgiram como modelos de explicação da realidade e de tudo quanto existe. Inicia-se com a escola jônica, seguida da escola pitagórica, eleática, atomista, sofista, socrática, platônica, aristotélica, agostiniana, tomistas etc.

Conforme Miranda e Pereira (1994), a ciência é ontologicamente evolutiva. Portanto, é natural que em determinadas épocas e contextos sujam e desapareçam tendências. Foi assim, por exemplo, no século XIX que predominava o *positivismo*. Em seguida veio o relativismo, o existencialismo, a fenomenologia, o personalismo etc.

Atualmente, existem muitas tendências no ensino de ciências. Nossa intenção é discutir o porquê da legitimação de uma tendência enquanto perspectiva metodológica no fazer ciência. Para tanto, enfatizamos três delas: *Positivismo ou teoria funcionalista; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), pensamento complexo*; que julgamos importantes para a construção de um ensino de ciências mais crítico, participativo e reflexivo:

1.1 Positivismo ou teoria funcionalista

Esta tendência ou teoria tem diversos nomes. O nome mais comum dessa teoria é, talvez, o de teoria positivista. Positivismo é uma palavra que vem do latim, do

particípio passado do verbo pôr, colocar; em latim o particípio passado é “positium”, que quer dizer posto, colocado. (ABBAGNANO, 2000).

O positivismo leva esse nome porque supõe, implica, ou pressupõe, que a realidade é o que está aí, isto é, a realidade é o que está colocado, posto, na nossa frente. O paradigma positivista tem sua origem na Revolução Científica do século XVII. Coincide com o nascimento da ciência moderna e reforça com o pensamento de René Descartes (1596-1650), que propugna o domínio da mente sobre o corpo e dos seres humanos sobre o resto da natureza, sobre a base da qualidade humana de raciocinar e analisar. Assim, para os positivistas, o grau maior da evolução humana está na filosofia e na razão como elementos organizadores da vida social (GUARESCHI, 2004).

Segundo Santos (2008), uma das conseqüências dessa visão mecanicista é a necessidade de dividir o conhecimento em temas ou disciplinas, cada uma das quais se considera como uma forma diferente de perceber a realidade. Outra é a prevalência da análise sobre a síntese, a visão linear do problema e a interpretação causa-efeito da realidade. Essa tendência definiu todas as formas de ação humana nos últimos anos, ou seja, o que prevaleceu e ainda prevalece é essa tendência positivista.

A expressão método científico, como o seu próprio nome indica, representa a metodologia que define e diferencia o conhecimento da ciência de outros tipos de conhecimentos. O conhecimento científico não é *susceptível* a natureza subjetiva. Por outro lado, existem correntes diversas da ciência que derivam, por sua vez, dos diferentes conceitos sobre realidade, percepção, teorias etc.

A primeira característica do método científico é a sua natureza convencional, a de servir de marco de geração do conhecimento objetivo. Em função da metodológica adotada, existem múltiplas características no método científico. O *método indutivo* cria leis a partir da observação de casos particulares, mediante a generalização de um conjunto apropriado de fatos observados (OLIVEIRA, 2000). Em outras palavras: é considerado como elemento distintivo da ciência, visto que para empregá-lo é uma forma ou critério de demarcação entre aquilo que é científico e aquilo que não é científico.

O *método dedutivo* procura transformar enunciados complexos, universais em particulares. A conclusão sempre resultará em uma ou várias premissas, fundamentando-se no raciocínio dedutivo. A dedução como forma de raciocínio lógico tem como ponto de partida um princípio tido como verdadeiro *a priori*. O seu objetivo é a tese ou a conclusão que é aquilo que se pretende provar (GONZAGA, 2006).

Ainda que o método dedutivo seja mais próprio das ciências formais e o indutivo das ciências empíricas, nada impede a aplicação indistinta de um método científico ou outro a uma teoria concreta. Ou seja, no processo de construção do conhecimento científico, o pesquisador respalda-se em correntes de pensamento para legitimar o método aplicado. Tal procedimento é evidente no ato de fazer ciência, principalmente porque na *modernidade*, há uma multiplicidade de métodos.

Uma breve explicação sobre o método científico, tanto na construção do raciocínio indutivo, quanto na construção do conhecimento dedutivo, verifica-se que nenhum método da conta de responder toda a realidade. Daí a necessidade de avançarmos em nossa discussão. Na seção a seguir, trataremos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) como *tendência* e não como *movimento*. Pretendemos, com isso, ressaltar apenas as questões metodológicas relevantes para o ensino de ciências e não as questões epistemológicas que emergem desse amplo e complexo movimento que se chama CTSA.

1.2 Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

O quadrilátero: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), determina qualquer análise sobre o pensamento científico atual e é impossível fazer ciência sem uma postura realmente esclarecedora sobre estes assuntos. Dito de outra maneira: a tecnologia afeta a vida do homem e da sociedade, demandando problemas de ordem ética e política, ambiental e, ainda, de como as questões referentes ao acesso ao conhecimento exigem a implantação de uma nova postura para compreensão da educação tecnológica.

Na busca de esclarecer conceitos, Silva e Silva (2008, p. 20) afirmam que “a tecnologia é uma ferramenta para estender nossas habilidades”. A televisão, por exemplo, estende nossa visão porque podemos ver coisas que estão acontecendo longe, como uma partida de futebol ou uma corrida de carros. Há outras definições de tecnologia, como: “uma aplicação da ciência” (MAIA, 2000, p. 20), “Construção do espírito humano” (DEMO, 2002, p. 45), “Computação humana” (MORIN, 2007, p. 117).

São exemplos de produtos tecnológicos: computador, carro, televisão, casa, avião, grafo, faca, lâmpada incandescente, máquina de radiografia, telescópio, alavanca,

roupa, estéreo, lanterna etc. O verdadeiro sentido da tecnologia é que ele deva promover as relações *democráticas* entre as pessoas e entre as informações.

Há milhares de anos, as pessoas viviam de um modo muito diferente. Elas cozinhavam em cima de fogos de lenha e iluminavam as casas delas com velas. O cavalo era o meio de locomoção. Não existia o refrigerador para conservar as comidas antes que elas se deteriorassem. O que leva uma tecnologia a se desenvolver antes da outra? O que conduziu Benjamim Franklin a inventar o pára-raios? De onde nasceram os primeiros computadores pessoais?

De modo geral, pode-se dizer que estamos vivendo num mundo interligado de informações, conflitos e problemas. Seja por questão ontológica, ou por questões sociais, ninguém está sozinho no mundo. Conforme Mattar (2008, p. 131), “atualmente vivemos cercados de histórias que circulam pelo mundo afora através da Internet e outros meios de difusão de comunicação humana”. O exemplo da Internet nos leva a pensar: a tecnologia estaria deixando de agregar valor às relações humanas? Em que sentido as tecnologias ajudam na convivência harmônica e digna entre os seres humanos? Não que a Internet seja negativa, mas que certos resultados têm deixado a desejar: como por exemplo, o aliciamento de menores e a pedofilia.

Na sociedade atual, a tecnologia se desenvolveu muito e se tornou mais complicada. Às vezes as partes individuais são fáceis de entender, entretanto, de maneira geral isso não acontece. Quando você vai adquirir um novo equipamento é difícil avaliar se esse equipamento é bom ou ruim. Não sabemos como poderíamos obter uma melhor avaliação.

De acordo com Demo (2002), se compararmos os avanços tecnológicos atuais com os avanços de alguns anos atrás, podemos notar a tamanha velocidade com que vem as inovações, impossível até de acompanharmos o ritmo. Quando pensamos já ter o domínio sobre um determinado software por exemplo, na semana seguinte, ele já se encontra no mercado numa nova versão. O mesmo acontece quando pensamos estar de posse de um novo computador; na semana seguinte, surge no mercado um outro mais veloz.

Segundo Fourez (1995, p.298), “a ciência se isolou das reflexões sobre o ser humano, sobre os valores éticos e mesmo sobre seus próprios fins”. Desse modo, torna-se imprescindível que a população esteja apta a avaliar as potencialidades e os perigos das propostas científicas e tecnológicas de modo a poder participar em processos decisórios que a todos dizem respeito. Como ser diante dessa realidade que parece

caminhar para a barbárie? A sociedade atual reclama uma postura mais aberta diante das descobertas científicas. Entendemos que o pensamento complexo ou a teoria da complexidade pode ajudar o ser humano a viver e a conviver melhor consigo mesmo e com o outro no mundo.

1.3 O pensamento complexo ou a teoria da complexidade

Atualmente fala-se muito em crise. Crise na política, na cultura, na economia, na ciência, no mundo. No entanto, a pior crise é a crise de percepção, ou seja, a maneira e o modo como percebemos o outro. Este outro pode ser o ser humano, os animais, o meio ambiente, as minorias étnicas e até as gerações futuras; enfim, esta crise envolve o mundo humano, animal, vegetal, mineral, *divino e diabólico*.

Por outro lado, existem teóricos que discordam dessa ideia. Pierre Lévy (1993), por exemplo, defende que, vivemos em um mundo em conflito e não em crise, pois a crise é pessoal e nem todas as pessoas vivem em crise. De fato, pesquisas recentes indicam a existência de um número significativo de pessoas que não se envolvem em causas sociais, políticas, ambientais e culturais; enfim, são indiferentes.

Apesar da diversidade de manifestações de mudanças nas distintas esferas culturais, tem-se observado a existência de elementos comuns que representam um conflito geral na cultura ocidental, denominada até agora pelo positivismo lógico. Este conflito consiste em uma profunda crise de percepção. Trata-se da crise do paradigma mecanicista, dominante em nossa cultura ocidental e a emergência de um novo paradigma chamado paradigma sistêmico.

Um exemplo: o médico é especialista em cirurgia em uma parte muito específica do corpo. Faz uma operação e, no final, conclui-se “a operação foi um sucesso, mas o paciente morreu”. O médico esqueceu de considerar o corpo como um sistema, observando apenas a parte que lhe interessa, esquecendo, por exemplo, dos batimentos cardíacos.

A compreensão teórica do paradigma sistêmico ou da complexidade remete necessariamente para o pensamento do sociólogo francês Edgar Morin (2007), principalmente para o seu trabalho intitulado “O Método”. Nele, o autor esclarece uma série de conceitos, como, por exemplo, sistema, complexidade, conjunto, circularidade, meio ambiente etc.

A palavra complexidade é de origem latina e significa, etimologicamente, *completare*, cuja raiz *plectere* significa “traçar”, “enlaçar”. Consiste em entrelaçar um círculo, unindo o princípio com o final de pequenos ramos, no trabalho de construção do todo. Também do latim, tem-se a palavra *complexus*, que significa “que abraça” e *complexio* que significa “amálgama” ou “conjunto”.

Um sistema é um conjunto de partes diferentes, unidas e organizadas. Não é só uma constituição de unidade a partir da diversidade, mas também uma constituição de diversidade a partir da unidade. Segundo Santos (2008), é necessário ter um pensamento que possa conceber o sistema e a organização, pois tudo o que conhecemos é constituído da organização de elementos diferentes – os átomos, as moléculas, os astros, os seres vivos, os ecossistemas, a biosfera, a sociedade e a humanidade. Por outro lado, o nosso sistema educacional nos ensinou as *coisas deterministas*, que obedecem a uma lógica mecânica. Seguir regras, sem consciência do que faz, tomar a parte e não o todo. Exemplo: aprender a fazer cálculos.

Conforme Morin (2007), a história do mundo e do pensamento ocidental foi comandada por um paradigma de disjunção, de separação. Separou-se o espírito da matéria, a filosofia da ciência; separou-se o conhecimento particular que vem da literatura e da música, do conhecimento que vem da pesquisa científica. Separaram-se as disciplinas, as ciências, as técnicas.

Na tendência complexa o conhecimento está envolvido pelas circunstâncias do sujeito que é o agente da ação de aprendizagem, não se limita a uma relação linear entre docente e discente; *supera* a dicotomia entre sujeito e objeto e *recoloca* o sujeito no processo de construção do conhecimento.

Conseqüentemente, o pensamento complexo é outra forma, além do positivismo lógico de compreender a realidade, que para alguns, como Gonzaga (2006), Morin (2007), Santos (2008), supera o mecanicismo. Por outro lado, no dizer Nardi (2003), diante de novas tendências que emergem em vários campos do conhecimento humano, assistimos no mundo ocidental a uma inequívoca crise na esfera da moral e da ética, embora sabendo que isso não é de responsabilidade da ciência.

Segundo Fourez (1995, p.179), “chamam-se de econômicas as atividades sociais ligadas à produção do que é necessário a sociedade. Chama-se de políticas aquelas ligadas à distribuição do poder. Enfim, chama-se de ideológicas os discursos que legitimam as esferas do econômico ou do político”. O pensamento complexo enquadrar-se nos métodos científicos de sistemas complexos que implicam uma especial

metodologia da ciência em virtude das suas características da investigação. Desse modo, a evolução do pensamento complexo se associa à própria vida. Ou seja, o pensamento complexo parte da vida para transformar a vida.

A complexidade é uma tendência que precisa ser considerado no ensino de ciências. Em que sentido pode-se dizer que um conhecimento é complexo? Ou ainda: Como e quando o ensino de ciências deve adotar a teoria da complexidade? Estes são questionamentos que ainda permeiam a comunidade científica. Não é nossa pretensão respondê-los. Em contrapartida, apresentamos alguns pontos que consideramos pertinentes para suscitar outras inquietações a partir das que foram postas, que incide nos objetivos da ciência, assim como nos seus respectivos critérios metodológicos.

CONCLUSÃO

No processo de construção das ciências, nem tudo são louros. A sociedade contemporânea enfrenta uma série de desafios relacionados à educação e o ensino, para os quais muitas vezes não se visualizam soluções imediatas. Sobre a ciência atual, muitos são os problemas que se apresentam, no começo do século XXI.

Questões como tempo, espaço, transporte, segurança, conhecimento tradicional, povos tradicionais, ensino, pesquisa, tecnologia, aquecimento global, exploração planetária, superpopulação, energia nuclear, alimentos transgênicos, migração, avanços tecnológicos, democracia, são temas da ordem do dia. Como humanidade, para onde caminhamos? Como devemos nos preparar e preparar as gerações futuras?

Indiscutivelmente, sem educação de qualidade qualquer país vai se distanciando dos avanços tecnológicos e científicos e não poderá participar das decisões políticas e econômicas mundiais. Desse modo, é consenso entre os estudiosos contemporâneos que nenhum país avança sem educação de qualidade. Por outro lado, a sua falta ou insuficiência, pode também ajudar a explicar o declínio.

Enfim, somos da opinião que somente muito investimento em educação possibilitará um país está inserido no contexto científico e tecnológico do mundo atual e possibilitará a pessoa humana ser agente do seu próprio ser, pensar e agir. A ciência, a sociedade, a tecnologia e o ambiente precisam ser compreendidos com um olhar mais complexo para que a própria vida se torne mais dinâmica, atrativa e participativa, sob pena de voltarmos ao estado da barbárie.

Referências

- ABBAGNANO, Nicolas. Dicionário de Filosofia. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- CHASSOT, Attico. *A ciência através dos tempos*. 10 ed. Moderna: São Paulo, 1994.
- DEMO, Pedro. *Conhecimento Moderno – sobre ética e intervenção do conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- FOUREZ, Gerard. *A construção das Ciências*. São Paulo: Editora Unespe, 1995.
- GONZAGA, Amarildo. *Contribuições para produções científicas*. BK Editora: Manaus, 2006.
- GUARESCHI, Pedrinho. *Sociologia Crítica Alternativas de mudanças*. Porto Alegre:EDIPUCRS, 2004.
- LEVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Ed.34, 1993.
- KUHN, Thomas, *La estructura de las revolutiones científicas*, Trad de Agustín Contín, Ed. Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1975.
- MATTAR, João. *Metodologia Científica na Era da Informática*. 3 ed. Saraiva: São Paulo, 2008.
- MAIA, Freire Newton. *A ciência por dentro*. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 2000.
- MIRANDA, Carlos; PEREIRA, Eduardo. *Ciência e Tecnologia: Educação para o desenvolvimento*. Petrópolis: Vozes, 1996.
- MOREIRA, M.A. *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- NARDI, Roberto. *Educação em ciências da pesquisa a prática docente*. 3 ed. Escrituras: São Paulo, 2003.
- OLIVEIRA, Renato José de. *A escola e o ensino de ciências*. Editora Unisinos: RS, 2000.
- SANTOS, Elizabeth da Conceição. *Transversalidade e Áreas convencionais*. Manaus: UEA Edições, 2008.
- SILVA, Luiz R.A.; SILVA, Robson S. *Gestão Escolar e Tecnologias*. Manaus: UEA Edições, 2008.

Artigo recebido em: 04/01/10

Aceito em: 09/03/10