



A FILOSOFIA DE POPPER E O DESAFIO DE EDUCAR NA ENGENHARIA

José Felipe De Almeida – felipe.almeida@ufra.edu.br

Universidade Federal Rural da Amazônia
Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501
66.077-901 – Belém - Pará

Antônio Boulhosa Nassar – nassar@ucla.edu

University of California
Franklin St., 1111
94607 – Oakland - California\US

José Maria Filardo Bassalo – jmbassalo@gmail.com

Fundação Minerva
Av. Gov. José Malcher, 629

66035-100 – Belém - PA

Carlos Leonidas da S. S. Sobrinho – leonidas@ufpa.br

Universidade Federal do Pará
Rod. Augusto Correa, 01
66075-110 – Belém - PA

***Resumo:** O estudo da Engenharia trata da aplicação de conhecimentos técnico-científicos. Portanto tem a Educação na base de sua sustentação e o resultado deste processo traz como consequência as transformações sociais. Contudo, alguns dos aspectos na tarefa de educar em Engenharia, atualmente, enfocados na Ciência e na Tecnologia, são mantidos como agentes neutros na relação intrincada do desenvolvimento humano. Neste texto é apresentado um resumo sobre a filosofia de Karl Raimund Popper com a finalidade de discutir a necessidade da cultura epistemológica a professores e estudantes, portanto, no ensino de Engenharia, para melhor refletirem sobre seus avanços e modificações na crescente complexidade da realidade social contemporânea.*

***Palavras-chave:** Ciência, Educação, Filosofia, Tecnologia, Sociedade.*

1. INTRODUÇÃO

A antiga Filosofia grega tinha como objetivo principal encontrar uma ordem, na infinita variedade de coisas e fenômenos (PRÄSS, 2010). Portanto, sua maior preocupação era encontrar algum princípio fundamental em que tudo pudesse ser compreendido na forma de uma unificação e na importância do ser. No decorrer da era moderna outra postura de

Realização:



Organização:





pensamento foi assumida e, no contexto atual da Educação, baseia-se na afirmação de que: se a Filosofia vai além de uma simples expressão conceitual das diferentes visões de mundo, se, na afirmação de seu caráter ideológico, traz também certas verdades concernentes às relações dos homens com os outros homens e com o universo, então estas verdades devem se encontrar na própria base das ciências humanas e notadamente de seus métodos. Com esta forma de pensar, o ensino de estudos técnicos científicos e a perspectiva de transformação social, como acontece nas engenharias, não contemplam as novas exigências, cujas soluções parecem se basear nos estudos sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Também não é observada qualquer cultura epistemológica na forma como o conhecimento é repassado na área tecnológica. Conseqüentemente, o fato de toda transformação social está baseada na evolução da Ciência, evidenciada na busca de entender a ordem na infinita variedade de coisas e fenômenos, não é levado em conta.

Até certo período da história moderna, a Filosofia ainda era a fundamentação de toda e qualquer forma de fazer e questionar os princípios que regem a Ciência e suas conseqüências para a humanidade. Para René Descartes (1596-1650), por exemplo, a ordem na infinita variedade de coisas e fenômenos foi estabelecida por meio de uma divisão, baseando toda e qualquer discussão na tríade: Deus-Mundo-Eu. Seu ponto de partida não teve como marco a tentativa de encontrar um princípio primordial ou a substância primeira, mas sim o de se chegar a um conhecimento original e que o justificou na religião. Embora radicalmente diferente daquela dos antigos filósofos gregos, para Descarte, a investigação para alcançar o conhecimento tinha origem sempre a partir de um pensamento filosófico a ele relacionado.

Com o advento daquilo que ficou conhecido como Física contemporânea, deu-se lugar a uma revisão importante da concepção que o homem tem do universo e de seu intrínseco relacionamento mútuo. Mas, por razões históricas e de base no desenvolvimento da economia, a Filosofia na Educação que envolve Tecnologia, mostra-se indefinida no ensino atual de Engenharia, ou seja, tornou-se particularizada e passou a ser conhecida como “Filosofia humanística”. Com isto, sua abordagem ao âmbito tecnológico não vem permitindo visualizar-se tendências que possam acompanhar concepções sobre a importância do Ser.

A Filosofia ficou tão associada ao critério de julgamento de diversos pensadores que se encontra, desta forma, impregnada nas academias ao ponto de tornar difícil o desenvolvimento de uma determinada especialização sem a contrapartida de um fechamento no especialicismo. Conceitos importantes como a interdisciplinaridade são sempre vistos com olhares de reprovação por aqueles que, sem saber, pregam uma cultura insensível às exigências de uma era informatizada. É válido referir, neste ponto, uma aguda observação de Elio Vittorini (1908-1966): em sua opinião, “a Cultura é sempre baseada na Ciência; contém sempre a Ciência, a menos que aquela, hoje, habitualmente chamada cultura humanística, seja, em rigor, uma cultura velho-científica, isto é, uma cultura irremediavelmente velha e por isto inadequada à nossa época” (PRÄSS, 2010). Por outro lado, a partir de Albert Einstein (1879-1955), a Ciência e a Filosofia passam a ressonar, por sua natureza, em uma relação mais afinada e que, sem se confundir, elas podem se encontrar aplicadas à consideração de objetos comuns. Um exemplo desta nova concepção é a Filosofia de Karl Raimund Popper (1902-1994).

A grande contribuição de Karl Popper para a Filosofia foi a de estabelecer o caráter hipotético dedutivo e crítico da Ciência. Em sua definição, todo conhecimento científico é sempre provisório podendo, assim, sempre ser superado. Além disto, uma determinada teoria, segundo sua proposição, só será considerada Ciência se puder ser falseada. Esta corrente filosófica ficou conhecida como racionalismo crítico. Um amplo referencial teórico sobre este



assunto pode ser consultado em: (HAYEK, 1983), (BUNG, 1885), (BELUSO, 1989), (PEREIRA, 1993), (MILLER, 1994), (SILVEIRA, 1997), (CHAUI, 2004) e aqueles de autoria do próprio Popper (1981; 1987; 1089; 1990).

É com este pensamento que este artigo trata da relação entre alguns dos aspectos da Educação na Engenharia, baseando-se na Filosofia. Assim, as seções que se seguirão tratam do formalismo da Filosofia de Karl Popper (PRÄSS, 2010), na tentativa de discutir o modelo atual deste desafio. Desta forma, além desta introdução, a Seção 2 apresenta o princípio da falseabilidade. Na Seção 3 é discutido o Indutivismo e a visão popperiana. A Seção 4 trata da lógica dedutiva na Ciência e na Tecnologia. A partir do ponto de vista filosófico de Popper, na Seção 5 é apresentado o critério da demarcação da Ciência. Na Seção 6, é apresentado o modelo reducionista, tal como se encontra vivenciado na educação atual. Portanto, a finalidade deste texto é abordar um tema relevante às discussões que se inserem no contexto de educar com o pensamento transformador e, sobre tudo crítico, relacionado aos aspectos do estudo de desenvolvimento de tecnologia e suas implicações para a sociedade.

2. FALSEABILIDADE

Falseabilidade, também denominada como refutabilidade é um conceito importante na Filosofia da Ciência. No caso de uma asserção ser considerada refutável ou falseável, em princípio, é necessário que se tenha definido um critério de observação ou estabelecido um experimento real o qual prova que esta tal asserção é falsa. Considere-se, por exemplo, a afirmação “todos os cisnes são brancos”; esta poderia ser falseada pela simples observação de um cisne negro. Seguindo este raciocínio, a escola de pensamento que dá ênfase na importância da falseabilidade como um princípio filosófico ficou conhecida como Falseacionista.

O princípio da falseabilidade foi desenvolvido nos anos 30 do século XX, por Karl Popper. Para Popper, dois tipos de enunciados são considerados de significado valor para a Ciência. Conforme seu ponto de vista, o primeiro é um enunciado de observações, seja, por exemplo, a exclamação: este cisne é branco. No estudo da Lógica denomina-se a este enunciado de “existencial singular”. Este é o tipo do caso de afirmação da existência de uma coisa em particular.

O segundo caso de enunciado de interesse categoriza a qualificação, em todas as instâncias, de alguma coisa. Seja, portanto, o exemplo: todos os cisnes são brancos. A este tipo de afirmação, denomina-se de “enunciados universais”. Em geral, as leis da Ciência são baseadas nesta concepção - mais corretamente chamadas de teorias. Por outro lado, talvez uma das questões mais difíceis no método científico seja a de organizar ideias que possam levar a uma teoria, partindo-se de observações. E, ainda, a de poder inferir de forma válida um enunciado universal a partir de “enunciados existenciais”.

Para estabelecer a base do pensamento de Popper, primeiro é necessário contextualizar vários aspectos da própria Filosofia (FERNANDEZ, 2004). No início do século XX, defendia-se, entre outras coisas, que era possível descrever e prever qualquer fenômeno somente com os recursos do método científico ou com qualquer outro método racional (HAHN *et al.*, 1986), (ABRÃO, 1999), (LOSEE, 1979). Isto foi chamado por Karl Popper de historicismo, pois sua visão contestava a essa maneira de pensar. Para Popper (1981), não é possível afirmar que se atingiu a verdade sobre qualquer assunto, muito embora, o conhecimento humano se aproxime mais dessa verdade, na medida em que a ciência avança. E, todo esforço deve ser feito no sentido de criticar ou falsear as teorias estabelecidas. Esse avanço acontece na medida em que se consegue provar, ou não, o erro de uma teoria.



De outra forma, se apesar de todos os esforços a teoria não puder ser refutada, ainda assim, não está provado que ela é verdadeira. Então, pode-se dizer que para Popper a Ciência tem caráter hipotético, porque suas premissas não podem ser provadas e, desta forma, são assumidas como prováveis verdades. Logo, seu caráter é também dedutivo (POPPER, 1987), porque só se podem tirar conclusões das hipóteses mais gerais assumidas. Em complemento a isto, mesmo uma infinidade de fatos particulares e, ainda, por mais repetitivos que venha a ser, não podem conferir verdades às premissas mais gerais. Portanto, toda teoria participa apenas do estatuto de uma teoria não - ou ainda não - contrariada pelos fatos. Para Popper (FERNANDEZ, 2004), o conhecimento é hipotético por que, primeiro, toda premissa é uma hipótese e, segundo, por ter um caráter dedutivo, ou seja, se a partir das premissas se tem uma conclusão falsa, então, uma das premissas também é falsa. Contudo, se a partir das premissas se tem uma conclusão verdadeira, isto implica em hipóteses reforçadas, mais ainda assim, não garantem verdades absolutas.

De fato, o método hipotético dedutivo crítico (POPPER, 1982) se ajusta perfeitamente ao propósito da Ciência e da Tecnologia. Não é difícil observar os processos de transformação que levam às atualizações constantes na área de Engenharia, por exemplo. No argumento de Popper, qualquer método ou técnica com base em uma teoria científica será sempre conjectural e provisório. Não é possível confirmar a perpetuação de uma determinada Tecnologia ou, da mesma forma, a veracidade de sua base teórica. Verifica-se isto, pela simples constatação de que os resultados de uma previsão efetuada com base em determinado processo tende a avançar e tornar obsoleto o que antes era Tecnologia de ponta.

As modificações e avanços na Ciência, portanto na Tecnologia, devem ter como ponto de partida a experiência e as observações do mundo real. Então, estas transformações acontecem da mesma forma em que se observa a falseabilidade de uma determinada metodologia. Ou seja, todas as modificações surgem na busca da necessidade de tentar encontrar provas no sentido de falsear um determinado processo. Esta atitude de confrontar o experimento com as observações falseiam, portanto, o processo em análise e no qual a Educação se insere de forma predominante.

No caso da Ciência, em sua forma mais geral, a refutabilidade acontece pela eliminação de determinada teoria que se provou ser falsa e, assim, sequencia-se na procura de outra teoria para explicar o fenômeno em análise. Em outras palavras, uma teoria científica pode ser falseada por uma única observação negativa. Como resultado, nenhuma quantidade de observações positivas poderá garantir que a veracidade de determinada teoria seja eterna e imutável. É neste caminho que a Tecnologia tende a avançar em paços largos com a Ciência.

Quando visto desta maneira, a partir da formulação de Popper, este aspecto é fulcral para a definição da Ciência. Popper, afirma que Ciência é apenas aquilo que se sujeita a este confronto com os fatos. Ou seja, uma teoria, a qual pertence a este âmbito é aquela que pode ser falseável, ou ainda, refutável. Existem críticas contundentes quanto a estas ideias. Estas surgem no campo da própria Filosofia sugerida por Popper. Note-se que, na afirmação contida em: qualquer teoria científica deve ser falseável; insere-se à sua própria teoria da falseabilidade, pois a falseabilidade deve ser falseável em si mesma. Negar esta necessidade evidente penalizaria sua teoria ao campo do não universal e, assim, derogada pela sua imprecisão.

Por outro lado, podem existir proposições nas quais a falseabilidade não se aplica. Embora, para Popper a verdade seja inalcançável e o estado atual da Ciência, para ser Ciência, sempre será provisório. Todavia, de alguma forma é necessário se aproximar dela por tentativas. Todo o trabalho científico de Popper foi influenciado pelo seu estudo da teoria da



relatividade de Albert Einstein e este é o melhor exemplo de um cientista que rompeu com as teorias da Física pré-estabelecida. De certa forma, a Filosofia de Popper não tenta ser um princípio de exclusão, porém, quando percebida como de atribuição, de nível de confiança ao objeto passível do crivo científico, pode-se observar seu sentido na Filosofia, na Ciência, na Educação, na Tecnologia e na Sociedade.

3. METODOLOGIA INDUTIVISTA

O Indutivismo tem como base o princípio da indução, o qual pode ser enunciado na clássica sentença: "Se, em dadas condições, um determinado fenômeno, sempre que pesquisado se repetiu, em futuras verificações o mesmo sucederá" (CHALMERS, 1993). Segundo esta proposição, a determinação de uma série de enunciados singulares permite escrever um determinado enunciado universal. Por exemplo: este é um cisne é branco, agora, junte-se a este outro cisne, também branco e, sucessivamente, mais outros, então, pode-se afirmar que todos os cisnes são brancos, ou seja, um enunciado universal formulado por indução de fatos aparentemente por meio de uma lógica. Note-se, que em Lógica, este método é perfeitamente inválido, pois sempre existirá a possibilidade de, por algum motivo, existir um cisne negro, o qual não foi identificado na observação.

O problema controverso de afirmação de leis pelo método da indução – no caso a generalização feita a partir de uma premissa concebida por certo número de experimentos – já era conhecido e identificado por David Hume (1711- 1776) no século XVIII (BEAUCHAMP, 1999). Portanto, põem em questão todas as reivindicações empíricas feitas na vida cotidiana ou através do método científico. Note-se que a Lógica é um dos campos da Filosofia e se originou na Grécia antiga. A palavra *logos*, por exemplo, significa linguagem-discurso e pensamento-conhecimento. De fato, considerada de forma abrangente em qualquer estudo filosófico. Todavia, o problema da indução invalida a questão filosófica que afirma: se o raciocínio é baseado no pensamento indutivo, então, tem-se como resultado uma teoria argumentada. Da mesma forma, em lógica, uma premissa é uma parte de determinada análise considerada hipoteticamente verdadeira, dentro de uma dada proposição, ou ainda, uma dada inferência é sempre constituída por duas partes: primeiro, uma coleção de premissas e uma conclusão. Sendo assim, um resultado obtido pode ou não ser a conclusão feita a partir de uma dada coleção de premissas, pois sempre dependerá da lógica ou do sistema lógico considerado.

A metodologia indutiva desde muito tempo é utilizada para o estudo da realidade. Donald Williams considerou que resolver o problema da falha na lógica da indução seria resolver o maior problema da Filosofia (WILLIAMS, 1947). As primeiras palavras de Popper em sua obra intitulada "Conhecimento Objetivo", foram: "Julgo haver resolvido um importante problema filosófico: o problema da indução" (POPPER, 1975). Primeiro Popper defendeu que a Ciência não poderia ser baseada neste tipo de argumentação e, por isto, propôs a falseabilidade como a solução para o problema da indução. Observou, então, que apesar de um enunciado existencial singular tal como, este cisne é branco, não poder ser usado para afirmar um enunciado universal, este pode ser adequado para mostrar que um determinado enunciado universal é falso. Em sua tese, a observação existencial singular de um cisne negro serve para mostrar que um enunciado universal, como na exemplificação "todos os cisnes são brancos", é, portanto, falso.



4. CIÊNCIA E TECNOLOGIA A PARTIR DA LÓGICA DEDUTIVA

Entre um dos objetivos da Ciência está a tentativa de explicação sobre a ordem na infinita variedade de coisas e fenômenos. Através desta forma de tentar entender a Natureza, no decorrer da história, muitos métodos, técnicas e proposições foram tidas como aceitas e, em todos os casos, apresentam algo em comum: consistem todos de uma dedução lógica; uma dedução cuja conclusão é uma asserção sobre aquilo que se pretende explicar (POPPER, 1982); e, de um conjunto de premissas constituídas por leis e condições específicas – ou iniciais ou de contorno. Com esta forma de pensamento, qualquer explicação deverá envolver no mínimo um enunciado universal - ou lei - que, associada às condições específicas do problema, permite deduzir o que se deseja explicar. Porém, somente o uso de condições específicas não é suficiente para que se possa chegar a uma explicação.

Tome-se como exemplo o caso em que se queira explicar a elevação da temperatura do Planeta Terra. Pode-se supor um enunciado universal o qual afirma que o efeito estufa é gerado pela emissão de gases, produzidos pela necessidade de produção da indústria moderna e seu associado modelo de consumo. Assim, pode-se enunciar a Lei: o aumento da produção industrial eleva a temperatura do Planeta. Baseou-se, portanto, na seguinte condição específica: a temperatura do Planeta variou 1° C nos últimos 50 anos. E, considerando-se o paralelo “indústria-sociedade de consumo atual”, conclui-se: a temperatura do Planeta aumentou e vai continuar aumentando.

Note-se que o aumento da temperatura do Planeta devido o aumento da produção industrial não é a única explicação possível. Podem existir outras explicações mais complexas, as quais recorreriam a leis e condições específicas que podem incluir a história da formação do próprio Planeta. De fato, a Terra já passou por temperaturas muito mais elevadas, assim como por eras glaciais. Pode-se estar considerando como justificativa apenas um fenômeno observado, o qual se levou em conta somente um breve período cronológico, ou seja, a elevação da temperatura, a partir de um fenômeno ocasional no próprio processo da vida do Planeta. Sendo assim, uma sucessão de explicações, nesta ordem caótica, envolveria uma longa cadeia dedutiva para finalmente chegar a uma conclusão. Todavia, o importante nesta discussão é o aspecto dedutivo das explicações e a necessidade de se recorrer a no mínimo uma lei e suas condições específicas.

5. O CRITÉRIO DE DEMARCAÇÃO

Outra contribuição importante de Popper para a Filosofia é apresentada em (POPPER, 1980). Ali, Popper considera que: “uma teoria deve ser reconhecida como científica na medida em que for possível deduzir dela proposições observacionais singulares, cuja falseabilidade seria, assim, a prova conclusiva de seu falseamento”. Da mesma forma, “se uma teoria não prover sustentação para uma possível refutação empírica e, ainda, se não permitir que haja qualquer experiência capaz de refutá-la, então, deverá ser reconhecida como uma espécie de mito ou explicação pseudocientífica do real”. A atitude científica diante de uma hipótese não consiste, portanto, em procurar casos particulares que a confirmem, mas procurar casos que, se ocorrem, falseiem a hipótese.

Então, como é que se podem distinguir uma teoria dita científica, construída com base no experimento, das especulações pseudocientíficas e metafísicas? (POPPER, 1987). Na versão dos positivistas - o positivismo é uma epistemologia indutivista - a Ciência se caracteriza pela sua base na observação e pelo método indutivo, enquanto a pseudociência e a metafísica se



caracterizam pelo método especulativo (POPPER, 1882); as teorias científicas eram obtidas a partir dos fatos e podiam por eles ser verificadas (SILVEIRA, 1987). Além disto, essa linha de pensamento mantinha a atitude antimetafísica, considerando em sua forma de interpretação as teorias metafísicas destituídas de sentido por serem não verificáveis. Popper nunca aceitou tais pontos de vista e observa que as teorias da Física, como a teoria geral da relatividade, p. ex., são substancialmente abstratas e, portanto, especulativas.

Para Albert Einstein (EINSTEIN, 1982), a formulação da teoria da relatividade andou por caminhos opostos e muito distantes daqueles apontados pelos positivistas. Considerou como prejudiciais certas concepções as quais consistem em acreditar que os fatos podem e devem fornecer por si mesmos, conhecimento científico, sem uma construção conceptual livre. Caso concordasse com o pensamento dos positivistas, jamais deixaria de ser um mero funcionário de registro de patentes da Alemanha.

Quando definida a partir de Popper, a Ciência não precisa da indução e as inferências que realmente as interessam são refutações. Estas inferências não são indutivas, mas dedutivas. Na presença de um cisne negro, não se poder concluir que todos os cisnes são brancos, portanto, em hipótese alguma a premissa será verdadeira e a conclusão falsa. É tão difícil refutar teorias de firme embasamento, quanto prová-las, entretanto, um único exemplo contrário é suficiente para sua refutação evidente. Adicionado a isto, tem-se que a nenhum número de exemplos favoráveis caberá qualquer prova conclusiva. Portanto, a Ciência é uma sequência de conjecturas, pois suas teorias são propostas como hipóteses e, desta maneira, serão substituídas por novas hipóteses quando falseadas (SILVEIRA, 1987).

Usualmente, uma teoria científica é sempre embasada, ou no mínimo comprovada, na observação e resulta em prever fatos bem definidos. Note-se que este mesmo princípio também é o suporte de sustentação das crenças. Então o que torna a ciência diferente do espiritismo, da astrologia ou de outra manifestação considerada como superstição? Entre estas estão ainda, as teorias pseudocientíficas, consideradas por Popper, tais como “a psicanálise de Freud, a psicologia individual de Adler e o materialismo histórico de Marx”. Esse problema foi denominado por Popper como “problema de demarcação” (POPPER, 1982). Em sua arguição, a diferença é: que para ser Ciência toda teoria precisa ser falseável ou refutável. Nesse sentido, a formulação de uma crença parte de princípios que a torna impossível mostrar-se incluídas em erros. Como exemplo, considere-se a Astrologia, na qual seus fundamentalistas podem prever que os nativos de um determinado signo irão prosperar nas suas relações pessoais após seu aniversário, mas, quando confrontados com um escorpiano cuja mulher o abandonou um dia depois de sua comemoração de berço, a melhor resposta seria: considerando todas as circunstâncias, o fim do casamento foi a melhor coisa que lhe aconteceu.

Segundo Popper, a verdadeira fundamentação da Ciência está, portanto, na Filosofia, que a leva a um delineamento na busca de aproximação da verdade sobre a ordem na infinita variedade de coisas e fenômenos. A falseabilidade das teorias científicas é um exemplo de atitude coerente com a crítica. Este processo é originado na forma de se pensar a Ciência e em seus métodos de repassar conhecimentos. Quando as ideias são concebidas com base em argumentos sólidos, observa-se que não há maneira de se provar a veracidade do conhecimento científico. A Ciência pode somente perseguir a verdade através da exclusão de teorias falseadas, substituindo-as por novas teorias que poderão se aproximar mais da verdade. Esta é uma concepção de Ciência que considera a abordagem filosófica, partindo da crítica e dando-lhe um caráter mais importante: o hipotético dedutivo e crítico. Portanto, baseado no pensamento filosófico de Popper, para avaliar uma teoria se deve primeiro indagar



se esta pode ser criticada, se pode ser exposta a críticas de todos os tipos e, em caso afirmativo, se resistirá a estas críticas (POPPER, 1982). Note-se a correlação disto com o modelo atual de repasse de conhecimentos.

6. CIÊNCIA, ENSINO E REDUCIONISMO.

Usualmente, o estudo da Filosofia nas academias que tratam de Ciência e seu repasse de conhecimentos aplicados, resume-se a mera discussão sobre Ética, em uma determinada profissão. Ou seja, sua verdadeira finalidade não é levada em consideração. Para entender como a Filosofia, a Ciência e conhecimentos aplicados se reduziram a este nível de interpretação, primeiro é preciso entender seu caráter histórico do início do século XIX (MORIN, 2000).

A produção industrial do início do século XIX impôs a subdivisão do trabalho. Este efeito veio parar nas academias da época e prevalecem até os dias atuais – no domínio da Ciência e da Filosofia, dessa maneira, ganhou forma na Engenharia. As razões óbvias da geração de economia forçaram as Universidades a se adequarem a essas necessidades e assim surgiram as especializações, visando o aumento da produção. Esse efeito em cascata deu início à subdivisão particionada do saber e, por fim, a sua fragmentação.

Muitos estudiosos desta área preferem denominar este efeito de pragmatismo newtoniano. O *naturalis* newtoniano passou a ser culpado, principalmente pelos “humanistas”, denominada de corrente tecnicista. Pessoas que desconhecem totalmente a ciência de Newton pregam verdadeiros absurdos à sua contribuição ao conhecimento humano. Da mesma forma, criam-se linguagens espantosas a fins de denotar expressamente cada uma das ciências incluídas neste malefício.

É comum encontrar nas Universidades as disciplinas de Introdução a Engenharia “disto ou daquilo”, da mesma forma que “Ética profissional”. Além do quê, cada uma destas especialidades se apresenta com termos técnicos específicos, os quais trazem exatidão nas expressões, no rigor dos raciocínios e na clarificação dos princípios que norteiam cada uma das suas teorias. Considera-se aqui, que houve realmente um aumento da produção industrial devido ao enorme avanço da Tecnologia. Mas, sem mencionar todos os problemas sociais, ambientais ou mesmo econômico, decorrentes, trouxe, também, principalmente a pulverização da ciência, o flagelo da unificação e, o que é pior, seus adeptos.

Em geral, os partidários do modelo reducionista sequer se interrogam sobre a possibilidade ou não de uma eventual integração entre outros campos do conhecimento. Quando argumentados, apresentam dificuldades em expor ideias de integração com outros grupos, pois partem de uma problemática cuja linguagem é diferente da sua. Seu isolamento é reforçado na incompreensibilidade de quem não cultiva outras especialidades. E desta maneira, recusam-se a assumir um vínculo responsável com problemas mais gerais.

Na análise do reducionismo, considere-se a questão do ensino-aprendizagem. A segunda revolução industrial (MORIN, 2000) teve efeito tão devastador na unificação do conhecimento, que em determinados cursos, como os de Engenharia que trabalham diretamente com a Computação, p. ex., o particionamento em diversas modalidades de disciplinas é muito evidenciado. Observe-se, p. ex., a tecnologia de sistemas embarcados: praticamente toda tecnologia de processos industriais, equipamentos eletrônicos, segurança, monitoramento ambiental, tecnologia nuclear, etc., traz este tipo inteligência artificial, ou seja, a associação de *Software e Hardware*, no estudo e na solução de problemas. Este conhecimento especialista é ministrado nas academias de forma totalmente isolado. Por exemplo, é comum encontrar nestes cursos as disciplinas: Rede de Computadores;



Organização e Arquitetura de Computadores (OAC); Microcontroladores e Processadores; Sistema de Aquisição; e, Banco de Dados. Este conjunto de técnicas conceituais faz parte do manuseio de um simples equipamento de comunicação informatizada, como os celulares, p. ex.. Isto significa dizer que a tecnologia unificou conhecimentos e a academia não. Note-se que o ensino-aprendizagem quando sistematizado nesta separação, dificulta entender o significado de um sistema embarcado, pois cada disciplina é tratada separadamente e muitas vezes nenhuma correlação é apresentada. Isto é elaborado de tal forma que não permite a visualização do resultado final ao qual deveria cumprir seu objetivo, ou seja, o sistema embarcado. Se pensado de maneira sistêmica, uma simples disciplina poderia resolver o problema de todas as cinco propostas, tratando a questão com a metodologia de um Sistema Ciberfísico (LEE & SECHIA, 2011). Contudo, mesmo com este tipo de inserção interdisciplinar ou a sua organização em conteúdos, o reducionismo do conhecimento e suas razões históricas levou o ensino-aprendizagem na educação em Engenharia a não pensar desta maneira.

6.1. A tecnologia da informação e suas consequências na educação básica

Observe-se um dos problemas relacionados à produção tecnológica, sem visão holística, histórica e epistemológica. De uma forma geral, é decorrente somente da necessidade de apresentar resultados imediatos e como consequência, a cultura do ensino público brasileiro se apresenta com diversas dificuldades. Desde as primeiras séries não existe preocupação, com vistas a planejar o indivíduo à sua formação profissional, social e muito menos para capacitá-lo ao ingresso na Universidade. Uma das principais características do ensino brasileiro é a fragmentação do ensino básico, os quais se particionam em: fundamental e médio. Nisto se inclui a diferença salarial e a formação de professores, na maior parte das vezes desqualificados para o cargo. Esta forma segmentada deixa margens a sequencias desvinculadas no ensino fundamental, ou seja, como se o ensino médio fosse uma preparação diferenciada e sem correlação com o primeiro estudo. A educação básica brasileira não prepara nem para a vida profissional e nem para a academia. Aqueles alunos que chegam a ingressar nas Universidades são os que sobreviveram por conta própria. A Tabela 1 abaixo mostra uma perfilagem do quadro atual da educação básica brasileira em dois estados, comparados com um dos melhores desempenhos internacional.

Tabela 1 - Contrastes na educação básica

Estados	Califórnia/EUA	Rio Grande do Sul/BR	Pará/BR
Evasão	Menos de 1%	8%	25%
Índice de Desempenho	9,4	4,9	3,6
Média Salarial/Ano	US\$ 30.000,00	US\$ 6.000,00	US\$ 3.000,00
Dedicação Exclusiva	100%	30%	5%
Escola informatizada	100%	70%	menos de 1%
Professor Graduado	100%	80%	menos de 50%

Os resultados mostrados, na Tabela 1, foram obtidos durante a pesquisa realizada nesse trabalho – entre 2010/2011, pelos dados do INEP, em 2009/2010 (BRASIL 2011) e a partir da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE 2010). Procurou-se fazer uma comparação entre os estados brasileiros, próximo aos melhores índices do IDEB



(Índice de Desempenho da Educação Básica), levando-se em conta a nota 4,6 do Brasil e próximo aos piores, no caso o Rio Grande do Sul (nota 5,1 na região Sul) e o Pará (nota 3,8 na região Norte), respectivamente. A comparação destes dois estados brasileiros, com o estado da Califórnia nos Estados Unidos, foi sugerida somente para termos exemplificativos com o que se apresenta na educação em um cenário mais diversificado, sem a necessidade de estender a discussão com o resto do mundo. Embora o Rio Grande do Sul pertença a uma das regiões de melhor desempenho, o que se observa é, principalmente, a faixa salarial do professor, notadamente muito abaixo dos padrões da realidade de um bom tratamento dado à Educação nas primeiras séries do estudo. Ressalta-se, contudo, que não existe a função de dedicação exclusiva no ensino básico no Brasil, como existe em outros países, e o que aparece na tabela deve-se ao acúmulo de jornada, na referida escola e não tempo integral de dedicação. Em se tratando da região Norte, no Pará, o valor de renda do professor – apresentado em dólar, dada a comparação internacional – tem uma situação muito mais séria que se associa aos aspectos da dignidade do trabalhador brasileiro. É de praxe nos municípios paraenses que professores sem qualificação sejam contratados por temporada, ou seja, somente durante o período escolar, após o término das aulas – férias do mês de julho e os meses de dezembro, janeiro e fevereiro –, essas prefeituras demitem o professor, para recontratá-los no próximo período de retorno às aulas. Durante a feitura deste trabalho, com pesquisa realizada no Município de Maracanã, no Estado do Pará, foi sugerido a alguns professores que encaminhassem denúncia ao Ministério Público, entretanto, ninguém se dispôs por medo de perder seu emprego. Assim, é com esse tipo de problema que a educação básica brasileira se apresenta em face de um mundo de novas exigências. Além do quê, este é apenas um dos problemas da base de preparação daqueles que um dia ingressarão na Universidade.

A Tabela 1 serve também, para mostrar a importância dada ao conhecimento sobre informática na escola, o qual decorre do avanço da Tecnologia. Em países que mantêm alto índice de desempenho escolar, a informatização e acesso a *internet* é um diferencial. No estado da Califórnia (nota 9,4 em 2009/2010), um dos índices mais altos dos Estados Unidos (nota 7,8) (OCDE 2010), as escolas estão todas informatizadas, sem exceção. Os professores destas escolas estão preparados para tratar com informática, pois é um pré-requisito para ensinar. A informática é obrigatória nas escolas, desde a primeira série. Todos os professores são "dedicação exclusiva". O salário inicial anual de cada professor varia entre 25.000 a 30.000 dólares e com aumento que pode variar entre 3 a 5% anualmente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento humano se desenvolve por um processo que relaciona tentativa e eliminação de erro, seja no pensamento filosófico de Popper ou em qualquer outro. Isto acontece, sobretudo, pela ousadia imaginativa das suas hipóteses, na busca, portanto, de entender a Natureza. Conforme Popper, neste mosaico intrincado, quando uma determinada hipótese afirmar sobre a ordem na infinita variedade de coisas e fenômenos, partindo de um vasto conteúdo empírico, mais aumentam suas chances de ser falseada. Assim, todas as verdades passam a serem somente conjecturas provisórias. Paralelamente a isto, a visão superficial do falseacionismo reduz as preocupações intelectuais, limitando-as à busca do entendimento do ciclo hipotético dedutivo e crítico, especialmente dos mecanismos metodológicos capazes de levar ao reducionismo. No âmbito da Educação, este aspecto é fulcral para entender o que acontece com o ensino-aprendizagem nos moldes atuais, como é o caso da Engenharia.



Todavia, a reversão do cenário positivista e humanista enraizado nos currículos brasileiros destes cursos é muito mais profunda que a simples modificação de adendos conteudistas reducionistas estabelecidos através da criação de diferentes disciplinas, dentro do já estabelecido. É necessária mudança de paradigma capaz de promover mudança cultural e desviar esta direção com a visão sistêmica baseada na epistemologia já seria o primeiro grande passo. Com esta forma de pensar, observa-se que é necessário inicialmente alfabetizar professores desta área de conhecimentos, sobre as implicações dos reflexos do desenvolvimento técnico-científico. Cabe ressaltar que alguns estudos apontam na direção de conhecimentos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, como são: o caso da Universidade Federal do ABC, as propostas da Universidade Federal Rural da Amazônia, entre poucas IES, e o forte apelo em vários países da Europa e nos Estados Unidos. Estas discussões tratam os diversos saberes de conhecimentos acadêmicos tradicionais de maneira integrada, os quais ainda são abordados de forma fragmentados, descontextualizados e fundamentados no reducionismo, mas que invadem os diversos níveis escolares, sem pensamento sistêmico. Contudo, já é possível perceber que certas modificações tendem acontecer, principalmente, no modelo atual da ciência aplicada, ou seja, outra postura de repassar conhecimentos básicos, específicos e transversais naquilo que é conhecido como Engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, B. S., História da Filosofia. São Paulo: Ed. Nova Cultura Ltda, 1999.
- BEAUCHAMP, T. L., David Hume: An Enquiry Concerning the Human Understanding. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- BELUSO, L. A., Subsídio para uma Interpretação do Paradigma Racionalista Crítico de Análise Social. In: M.C.M, Carvalho (org.). Paradigmas Filosóficos da Atualidade. Campinas: Ed. Papirus, 1989.
- BRASIL. **Educacenso: O Ideb e o Censo Escolar da Educação Básica**. Disponível em: <<http://sitio.educacenso.inep.gov.br/ideb>> Acesso em: 05 maio 2012.
- BUNGE, M., Racionalidad y Realismo. Madrid: Alianza, 1985.
- CHAUI, M., Convite à Filosofia. São Paulo: Ed. Ática, 2004.
- CHALMERS, A.F., O que é Ciência Afinal. Brasília: Ed. Brasiliense, 1993.
- EINSTEIN, A., Notas Autobiográficas. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1982.
- FERNANDEZ, E. M., Karl Popper e a Natureza da Filosofia, Revista Urutágua, Maringá, 2004.
- HAHN, H.; NEURATH, O.; CARNAP, R. A., Conceção Científica do Mundo - O Círculo de Viena. In: Cadernos de História e Filosofia da Ciência 10, 1986.
- HAYEK, F.A., Rules and Order. Chicago: The University of Chicago Press, 1983.
- LEE E. A. and SESHIA S. A., Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems Approach, ISBN 978-0-557-70857-4, 2011. Disponível em: <<http://LeeSeshia.org>> Acesso em: 05 maio 2012.
- LOSEE, J., Filosofia da Ciência. São Paulo: Ed. Itatiaia, 1979.
- MILLER, D., Critical Rationalism. A Restatement and Defense. Chicago: Open Court, 1994.
- MORIN, E., Da Necessidade de um Pensamento Complexo. In: F.M. Martins e J.M. da Silva (org.). Para Navegar no Século XXI. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.
- OCDE. **Education at a Glance 2010: OECD Indicators**, Disponível em: <<http://www.oecd.org/edu/eag2010>> Acesso em: 05 maio 2012.
- PEREIRA, J. C. R., Epistemologia e Liberalismo – Uma Introdução à Filosofia de Karl R. Popper. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1993.



- PRÄSS, A. R., A Descoberta de Planck e os Problemas Filosóficos da Física Atômica. Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- POPPER, K. R., Conhecimento Objetivo: Uma Abordagem Evolucionária. São Paulo: EDUSP, 1975.
- POPPER, K. R., A lógica da Investigação Científica. In: Os Pensadores. São Paulo: Ed. Abril Cultural, 1980.
- POPPER, K. R., O Racionalismo Crítico na Política. Brasília, UNB, 1981.
- POPPER, K. R., Conjunturas e Refutações. Brasília: UNB, 1982.
- POPPER, K. R., O Realismo e o Objetivo da Ciência. Lisboa: Ed. Dom Quixote, 1987.
- POPPER, K. R., A Teoria dos Quanta e o Espaço em Física. Lisboa: Ed. Dom Quixote, 1989.
- POPPER, K. R., Em Busca de um Mundo Melhor. Lisboa: Ed. Fragmentos, 1989.
- POPPER, K. R.; LORENTZ K. L., O Futuro Está Aberto. Lisboa: Ed. Fragmentos, 1990.
- SILVEIRA, F. L., A Filosofia da Ciência de Karl Popper: O Racionalismo Crítico, **Revista de Enseñanza de la Física**, vol. 10, no. 1, pp. 33-42, Córdoba, 1997.
- WILLIAMS, D., The Ground of Induction. Harvard: Harvard University Press, 1947.

Abstract: *The study of Engineering is primarily concerned with the application of technical and scientific knowledge. In this study, general education must also play a key, supportive role. The result of this interplay should bring about significant social change. However, some aspects of education in Engineering, which are currently focused on Science and Technology, are kept as indistinct, neutral agents in the intricate relationship of human development. This work presents a summary of the philosophy of Karl Raimund Popper in order to foster an epistemological culture in general education in Engineering and to better stimulate its progress and changes in the ever-growing complexity of contemporary social reality.*

Key-words: *Education, Philosophy, Technology, Science, Society.*