

Visão de Ciência presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia

Álvaro Becker da Rosa, Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Biomédica, Professor dos cursos de engenharia e Física da Universidade de Passo Fundo, alvaro@upf.br

Cleci Teresinha Werner da Rosa, Doutora em educação Científica e Tecnológica, Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo, cwerner@upf.br

Resumo: A Engenharia é entendida como conhecimento básico aplicado à busca por soluções de problemas que têm seu cerne na própria sociedade. Contudo, nem sempre olha exclusivamente para ela, voltando-se, por vezes, a buscar respostas à questão que é imposta por sua própria lógica interna. Partindo desse entendimento, o presente texto traz como objetivo analisar as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia, investigando a visão de ciência e de construção do conhecimento científico subjacente ao documento. Como recorte do estudo, centra-se na análise dessas diretrizes pelo viés internalista e/ou externalista, que são duas formas de pensar a ciência. Em uma definição a priori, para os internalistas, seu fazer é possível considerando apenas os elementos propriamente científicos, ao passo que, para os externalistas, o mais importante são as componentes sociais que interferem na produção científica. Para tanto, procede-se a uma pesquisa qualitativa, documental e bibliográfica na qual se realizam uma análise e discussão dos artigos que integram tais diretrizes. Como resultado, identifica-se uma forte presença do externalismo, sem deixar de lado o internalismo

Palavras-chave: Internalismo. Externalismo. Ensino de Engenharia.

Science Overview in Brazilian Curriculum Guidelines for Engineering Courses

Abstract: Engineering is understood as basic knowledge applied to the search for solutions of problems centered on society itself. However, that is not the exclusive focus, and sometimes it seeks answering the question imposed by its own internal logic. From this understanding, the present text aims to analyze the Brazilian Curriculum Guidelines for Engineering graduate courses, investigating the overview of both science and the construction of scientific knowledge underlying the document. The study cutout is focused in analyzing these guidelines by internalist and/or externalist biases, which are two ways of scientific thinking. In an a priori definition, internalists think it is feasible considering only particularly scientific elements, and for externalists, social components that interfere with scientific production are the most important. Therefore, a qualitative, documentary, and bibliographic research is performed, presenting the analysis and discussion of articles that integrate such guidelines. As a result, a strong presence of externalism is identified without neglecting internalism.

Keywords: Internalism. Externalism. Engineering teaching.

Introdução

A construção do conhecimento científico está pautada em pressupostos que não estão relacionados ao senso comum, mas a uma concepção epistemológica associada ao entendimento de como esse processo se constitui. Moraes (1993) menciona que: “A produção do conhecimento científico é um processo racional, consciente, metódico e rigoroso de procura da verdade, sempre em processo e permanentemente submetido ao exame de uma comunidade de cientistas” (p.177). Hassen (1999), por sua vez, lembra que ele é um produto humano que se encontra imerso por uma atmosfera sócio-político-cultural. Ao mesmo tempo o autor destaca que o conhecimento científico não pode ser considerado uma atividade pura, inteiramente objetiva e, neutra. Portanto, está permeada de intencionalidade e de visões que carregam consigo uma visão de Ciência.

Tal discussão que tem permeado amplos e profícuos debates acadêmicos ao longo dos tempos ficou acentuada a partir da crise, ao final do século XIX, acerca do empirismo e do racionalismo, considerada as duas correntes divergentes de pensamento que mais marcavam a produção científica. Nesse contexto epistemólogos como Tomás Kuhn, Karl Popper, Gaston Bachelard, entre outros, iniciam um debate a cerca de diferentes visões presentes na produção do conhecimento. Esse debate resulta em duas grandes visões sobre o modo como a Ciência é produzida: as visões internalistas e externalistas. Tais visões podem ser sintetizadas mencionando que, a priori, para os internalistas, a produção do conhecimento em Ciência é possível considerando apenas os elementos propriamente científicos; ao passo que, para os externalistas, o mais importante são as componentes sociais que interferem na produção científica.

A Engenharia que, por sua vez, vincula-se a aplicação desses conhecimentos produzidos pela Ciência, gerando novos conhecimentos, não pode ser eximida desse debate, uma vez que nele está presente a influência que a sociedade exerce no direcionamento da produção do conhecimento e as diferentes lógicas que acabam servindo de referência para essa produção. Entretanto, poucas são as reflexões que permitem analisar o modo como a Engenharia tem compreendido essa produção do conhecimento e os principais aspectos que norteado a sua produção.

Ao utilizar a Ciência e suas inter-relações na busca por soluções aos problemas apresentados, o profissional de Engenharia está diretamente relacionado ao contexto social em questão, tanto aquele onde o conhecimento foi produzido (contexto científico) como

aquele em que será aplicado (contexto tecnológico). A não observância desses contextos e o que está inserido neles pode gerar distorções, seja na compreensão do conhecimento, seja na sua aplicação, ou, ainda, em ambas.

Dessa forma, a Engenharia devido ao seu caráter voltado à busca de soluções a problemas apresentados pela sociedade, acaba por carregar consigo uma forte identificação com essas questões sociais. Entretanto, para além do domínio das aplicações, a Engenharia também se encontra fortemente vinculada à produção de conhecimento dentro de uma lógica interna da Ciência. Nessa compreensão a Engenharia produz conhecimento que não necessariamente está voltada a busca de soluções imediatas aos problemas apresentados pela sociedade, aproximando a Engenharia da visão internalista da Ciência. Muitos dos conhecimentos produzidos em Engenharia servem para fundamentar outras ou para avançar a área e, em um primeiro momento, não estão vinculados a problemas apresentados pela sociedade. Conforme Ruiz (2003), cada aplicação concreta de um conhecimento científico depende dos múltiplos fatores envolvidos naquele caso, e determinar qual o mais importante é algo que só se pode analisar com base no referido caso.

O exposto enfatiza que a Engenharia envolve conhecimentos de Ciência e os aplica em situações reais, necessitando, concomitantemente, de um conjunto de elementos voltados à compreensão da lógica interna da Ciência, mas, ao mesmo tempo, a compreensão do contexto social, político e cultural no qual ela está sendo inserida. Tal necessidade implica em proporcionar uma formação em Engenharia ampla e com compreensão de ambos os posicionamentos.

A partir dessa identificação e da importância em formar engenheiros capazes de analisar as diferentes situações vinculadas a produção do conhecimento, surge o problema de pesquisa a que esse texto pretendo se debruçar: qual a concepção de Ciência que está presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia? A formação do engenheiro por meio dos currículos construídos com base nessas diretrizes remete a uma visão com viés internalista ou externalista da Ciência? Que implicações tais visões têm na formação do engenheiro?

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia (DCNCGE) instituídas pela Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, explicita conteúdos mínimos e perfil de profissional que se deseja formar no país, entre outros aspectos. Porém, julga-se necessário realizar uma leitura mais detalhada no documento

Rosa & Rosa. Ensino & Pesquisa, v.16, n. 1 (2018), 74-88.

com objetivo de identificar a visão de natureza epistemológica subjacente ao teor registrado em seus artigos e que acabam repercutindo na visão de Ciência e de educação científica do engenheiro.

Essa análise poderá fornecer indícios sobre a visão de Ciência (e de Engenharia) presente na legislação nacional, fomentado o debate sobre a formação do engenheiro no Brasil. A busca por respostas aos questionamentos apresentados, na forma reflexiva e crítica, define como objetivo do presente texto analisar as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia, investigando a visão de Ciência e de construção do conhecimento científico subjacente ao documento. Ademais, a literatura especializada se mostra carente em termos de trabalhos nesta área, uma vez que em consulta a diversas bases de dados (Google Academico, Scielo, Scopus e Banco de teses e dissertações da Capes) não foi possível identificar estudos como o proposto neste texto. Como recorte do estudo, centra-se na análise das DCNCGE pelo viés internalista e/ou externalista, que são duas formas de pensar a Ciência. Para a realização desta investigação, recorre-se a uma pesquisa qualitativa de natureza documental e bibliográfica. Dessa forma, são inicialmente apresentadas as visões internalista e externalista da Ciência, para na sequência discorrer sobre a formação do engenheiro no país. Na continuidade, na forma de resultados do estudo, procede-se a um diálogo epistemológico com essas DCNCGE e os referenciais selecionados para o estudo. A título de considerações finais, procede-se a um fechamento das discussões, apontando possibilidades para estudos futuros.

Revisão de literatura

O filósofo da Ciência Karl Popper (1902-1994) natural da Áustria, mudou-se devido à ascensão do Nazismo no país, inicialmente para a Nova Zelândia e, após, para a Inglaterra, onde lecionou as disciplinas de Lógica e Método Científico na London School of Economics. Na época, Popper recebeu várias homenagens e prêmios pelos seus trabalhos, dentre os quais, pode-se citar o título de Sir, concedido pela Rainha Elizabeth II. A ideia principal de Karl Popper está baseada no Racionalismo Crítico, isto é, a consideração da Ciência como construção humana. O filósofo também critica o indutivismo e propõe uma solução ao problema de demarcação entre Ciência e não Ciência. Segundo Massoni (2005), Popper tomou como pressuposto o entendimento existente na sua época de que o critério de demarcação entre discursos de cunho científico

Rosa & Rosa. Ensino & Pesquisa, v.16, n. 1 (2018), 74-88.

e pseudocientífico era o de verificabilidade. Isto é, uma teoria, para ser considerada científica, deveria ser comprovada empiricamente, ou seja, o conhecimento científico decorreria da observação e da manipulação dos fatos. Esse é um critério derivado do indutivismo, o qual acredita ser possível construir leis e teorias universais partindo de resultados empíricos singulares, que oferecem uma base segura para o conhecimento científico.

Entretanto, Popper discordava veementemente da indução, pois, segundo ele, não havia justificativas que garantissem a generalização dos enunciados com base em algumas premissas empíricas. Para demonstrar seu ponto de vista, usou o seguinte exemplo: “independentemente de quantos cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos” (POPPER apud MASSONI, 2005: p. 10). Como solução para esse impasse, Popper propôs o critério de refutabilidade ou falseabilidade como demarcador entre a Ciência e a não Ciência. Na ótica popperiana, uma teoria só poderia ser dita científica quando passasse por testes genuínos, capazes de refutá-la e falseá-la; caso o resultado de tais testes fosse compatível com a teoria, esta, então, seria corroborada. Já as teorias metafísicas são consideradas irrefutáveis, pois convertem os argumentos capazes de contradizê-las em comprovações de si próprias, como é o caso da Astrologia, que, nas palavras de Massoni (2005: p. 10), possui “profecias tão vagas que podem explicar qualquer coisa capaz de refutá-la”.

Baseado no critério de demarcação, Popper considera que as teorias científicas nada mais são do que conjecturas, especulações e tentativas do ser humano de explicar a realidade, que são sempre controladas pelas refutações. Segundo ele (apud MOREIRA, 2005: p. 6), as teorias “tocam a realidade, se aproximam da realidade, mas como são sempre refutáveis, não há como chegar à realidade, não há como saber se a realidade foi atingida”.

Sobre o Racionalismo Crítico, Popper avalia ser essa a forma pela qual o conhecimento científico progride, pois, segundo ele, é por meio da sua postura crítica diante de uma conjectura que o cientista procura argumentos para refutá-la. Sendo assim, as teorias mais fracas não resistem ao falseamento, e as que resistem tornam-se melhores e mais elaboradas. Dessa forma, as teorias vão sendo substituídas umas pelas outras, possibilitando, assim, o avanço da Ciência. Quanto mais uma teoria resistir às refutações, melhor ela será na tentativa de explicar a realidade, no entanto, ela nunca será a própria realidade, pois uma boa teoria será sempre suscetível a refutações.

Tomás Kuhn (1922-1996), natural de Ohio, Estados Unidos, estudou em Harvard até completar sua vida acadêmica, concluindo o doutorado em Física no ano de 1949. Durante sua carreira, foi professor em Harvard, na Universidade da Califórnia, na Universidade de Princeton e no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, onde permaneceu até o encerramento de sua vida profissional. Em 1962, com a publicação de seu livro *A estrutura das revoluções científicas*, Kuhn propôs uma nova visão acerca do desenvolvimento do conhecimento científico, elaborando críticas ao positivismo lógico e ao método indutivo e reconhecendo o caráter construtivo, inventivo e não definitivo do conhecimento. Para desenvolver sua epistemologia, apoiou-se em conceitos como paradigma, Ciência normal, revoluções científicas e incomensurabilidade, entre outros.

Segundo Kuhn, “paradigma” é o conjunto de teorias, valores, crenças e técnicas compartilhadas por uma comunidade científica, na qual todos os seus membros estão submetidos às mesmas normas e padrões no seu fazer científico. “Ciência normal” é o período pelo qual esses cientistas aderem ao paradigma, em que o objetivo principal não é a descoberta de novos eventos e hipóteses, mas sim a articulação das teorias e dos fenômenos que ele próprio já fornecera. Kuhn considera que o critério demarcador entre a Ciência e a pseudociência é essa existência de períodos de Ciência normal, nos quais há um monismo teórico (MASSONI, 2005). O avanço da ciência normal culmina com o surgimento de anomalias, que não mais conseguem ser explicadas com a articulação do paradigma. Esse fato gera um estado de crise na área da pesquisa, ficando conhecido como “período de ciência extraordinária”. Entretanto, os cientistas só podem abandonar o paradigma em crise se, e somente se, existir outro capaz de substituí-lo. O paradigma substituto deverá estar apto para responder os problemas anômalos e sempre será radicalmente diferente do anterior. No dizer de Kuhn, essa transição é chamada de “revolução científica”.

Quando acontece a adesão de um novo paradigma, está se rompendo com uma tradição de práticas científicas e se está aceitando novas regras e imergindo em um universo de discursos completamente diferentes. Dessa forma, o velho e o novo paradigma são incompatíveis, ao que Kuhn propõe a expressão “incomensurabilidade de paradigmas”. Segundo Massoni (2005: p. 18), “ao abraçar um novo paradigma é como se o cientista usasse lentes inversoras e, olhando para o mesmo conjunto de objetos, ele os vê totalmente transformados, por isso mesmo o sentido de incomensurabilidade”.

Na epistemologia kuhniana, o avanço do conhecimento científico moderno se dá em uma sequência de longos períodos de Ciência normal, em que toda comunidade científica adere a um paradigma, separados por períodos de Ciência extraordinária, nos quais surge uma crise no paradigma, que é, então, substituído por outro, ocasionando uma revolução científica.

Diante dessas compreensões, julga-se pertinente discorrer sobre as visões internalista e externalista, recorrendo a outros autores que poderiam subsidiar a análise das DCNCGE, seguindo o propósito deste texto. De uma forma geral, pode-se dizer que o internalismo sustenta que a justificação é determinada internamente e separada do mundo físico, sendo toda a informação necessária de acesso imediato, disponível ao sujeito (KING, 2000). Nessa compreensão, ao cumprir todos os deveres impostos pela lógica interna do conhecimento, as crenças recebem a chancela de conhecimento. Desse modo, o único embate das crenças estaria localizado no corpo interno a esse conhecimento, e ele seria o responsável por pautar e justificar que tal conhecimento é verdadeiro. Mesmo para os seguidores do falseacionismo de Popper, segundo Medina, a Ciência apresenta uma racionalidade interna e autônoma, uma verdade intrínseca e preexistente e independente dos homens.

Para Medina (1983), os avanços da Ciência são um embate entre a razão autossuficiente e as inferências externas. De acordo com esse viés, a Ciência evoluirá gradativamente à medida que conseguir tomar decisões baseada em sua própria lógica, emancipando-se de influências externas, a saber: forças sociais, políticas ou econômicas; interferência do poder; debates sobre a utilização pragmática das descobertas científicas e sobre moralidade. Conforme King (2000), ambas as teorias compartilham a ideia de que fatores internos são necessários em algum grau para justificação.

Medina (1983), por sua vez, diferencia, ainda, um internalismo “duro” ou radical e outro “flexível”. O primeiro refere-se a uma posição indutivista, criticada por Popper, que sustenta que só existem duas classes de descobrimentos legítimos, pelas proposições fortes ou pela generalização indutiva. Segundo essa corrente, a Ciência deve ser tratada com história intelectual, com foco nos feitos ou proposições fortes, o que, por si só, é irracional, como afirma o autor, pois seria difícil estabelecer os critérios para se definir o que é “forte”. Fatores externos são considerados irrelevantes, pois alteram o conteúdo de verdade da Ciência, sendo denominados por Popper como “ciências espúrias”. Conforme Koyre

(apud MEDINA, 1983), a Ciência seria dotada de coerência interna, independência e capacidade de crescimento, posto que fatores não científicos são irrelevantes.

internalismo flexível é entendido por Medina (1983) como uma posição que considera pouco relevante as contribuições da sociologia para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos. Embora leve em conta as suas contribuições, ele as deprecia a ponto de torná-las insignificantes. O autor tem uma visão da história da Ciência como normativa, balizando as avaliações de teorias concorrentes. Em suas palavras, “[...] la historia reconstruída racionalmente viene necesariamente a dar razon al método según el qual ha sido reconstruída [...]” (MEDINA, 1983: p. 62).

Em termos do externalismo, King (2000) mostra que fatores internos são insuficientes para justificação, pois ressalta o autor que para os externalistas o mundo físico é inalcançável por mera reflexão. Da mesma forma que existem duas posições no internalismo, também há uma dualidade no externalismo, que oscila entre o radicalismo e a flexibilidade em aceitar visões externas. Medina afirma que o externalismo ingênuo considera preponderante a estrutura organizativa na qual se produz a Ciência, bem como a sua relação com outras formas de conhecimento. Segundo o autor, o materialismo histórico marxista é um caso particular de externalismo, devido aos herdeiros ortodoxos de Marx, acusados de simplificação dos processos de produção do conhecimento, ao contrário das ideias originais. Para Marx (apud MEDINA), o processo de produção do conhecimento é dinâmico, e não estático, sendo resultado da ação dos homens sobre a coisa conhecida. A base externalista para o estudo da Ciência é essencialmente a sociologia, pois, conforme Overington (apud MEDINA, 1983: p. 63), a sociologia é externalidade. De acordo com essa perspectiva externalista, pode-se compreender a realidade com base no estudo de quem produziu as ideias, em detrimento das ideias em si. O externalismo tenta relacionar, tão estreitamente quanto possível, a realidade cultural e material com o contexto gerador do conhecimento.

A questão das duas possibilidades de visão sobre a produção do conhecimento, a internalista e a externalista, suscita acalorados debates na Ciência (MEDINA, 1983), o que não se tem a pretensão de aprofundar aqui, inclusive por limitações textuais. O intuito é fornecer elementos sobre essas duas visões para analisar as DCNCGE de acordo com esses dois entendimentos. Dessa forma, e para finalizar esta revisão de literatura, apresentam-se aspectos relativos à formação do engenheiro.

A Engenharia é vista pela sociedade como capaz de resolver problemas, sendo detentora de soluções para várias questões presentes no cotidiano das pessoas, desde questões técnicas de baixo impacto até a sustentabilidade da vida no planeta. Apresenta ferramentas para dimensionar as demandas atuais e futuras pelos recursos básicos de subsistência, e é importante conhecê-las e saber aplicá-las para obter saúde, segurança e conforto para a humanidade (QUADRADO, 2002). Visto que a Engenharia utiliza a Ciência disponível para produzir essas ferramentas, e dadas as suas limitações para fornecer respostas, oriundas do processo de produção do saber, o engenheiro precisa estabelecer métodos de solução empregando os conhecimentos que estiverem disponíveis. Em outras palavras, as ferramentas utilizadas na Engenharia não apresentam uma aplicação irrestrita e abrangente, pois são limitadas quanto ao escopo, existindo muitas lacunas que devem ser preenchidas para atingir um objetivo. Dessa forma, além dos conhecimentos avançados em áreas específicas, é importante que o profissional conheça e domine a Ciência básica e o modo como ela foi produzida, para que possa preencher essas lacunas satisfatoriamente. Dessa interação, não raro, resultam conhecimentos novos (ARAVENA-REYES, 2014).

Além disso, saber transitar entre as diferentes áreas do conhecimento, levando problemas e soluções de forma transversal, é uma habilidade desejada para todos os profissionais. O processo pode ser visto como uma corrida de revezamento, na qual compete ao profissional de Engenharia receber um problema e/ou demanda na interface de sua área e levar até a interface com outra área, seja ela interna ou externa às Engenharias. Por exemplo, poderíamos citar a demanda por alimentos, que determina a quantidade a produzir. Um médico determina os valores nutricionais mínimos ao ser humano, para que um engenheiro agrônomo determine as quantidades a produzir e os requisitos para o cultivo. Esses requisitos de cultivo devem chegar até um engenheiro mecânico, que determina os processos e máquinas para o plantio e a colheita. Por sua vez, um profissional da biologia deve avaliar o impacto e a remediação desse processo. Entre todos esses profissionais, existe uma interface, e eles devem saber o mínimo de outras áreas para que a informação possa fluir em todas as direções, para melhor modelamento dos problemas. Segundo Cordeiro et al. (2008), o ensino de Engenharia é objeto de estudos de diversos autores e implica dificuldades em diversos níveis. Para além dessas dificuldades expostas pelos autores, há de se considerar a problemática de expor o aluno a certa dose de realidade, para que possa formar sua capacidade de resolver problemas e encontrar

soluções (ARAVENA-REYES, 2014). As dificuldades operacionais são acrescidas pelas causadas em virtude do atual sistema de ensino, especialmente nas etapas precedentes ao ingresso no ensino superior. O atual contingente problemático pela qual a educação básica passa no país tem reflexo imediato na educação superior. São inúmeras as deficiências que os alunos carregam consigo ao ingressarem nos cursos de Engenharia e que acabam limitando seu aproveitamento durante a graduação. As áreas de Matemática e Física são as mais problemáticas, levando a que, em muitas disciplinas de conhecimento específico, o professor precise retomar e sanar dificuldades que deveriam já ter sido superadas. Sem entrar nessa extensa discussão, destaca-se que essa questão tem afetado a formação do engenheiro.

A Engenharia permite, também, em algumas situações, muitas soluções por mnemônicos que possibilitam coletar alguns dados e atingir os objetivos razoavelmente de forma automática. No entanto, isso leva o aluno a considerar que todos os problemas estão postos, bastando encontrar o algoritmo de solução, sem ponderar a consequência que esse entendimento pode ter. É importante que as situações propostas pelos professores apresentem um caráter inovador, evitando que o aluno raciocine mecanicamente, ou seja, estimulando-o a desenvolver “inventividade técnica”, conforme Aravena-Reyes (2014). O exercício de Engenharia leva a que, por um lado, o profissional operacionalize o conhecimento, requerendo uma visão com um viés internalista, e, por outro, produza conhecimentos com base nessa interação, requerendo um viés externalista.

Um dos aspectos que a formação do engenheiro precisa considerar, para além dos conhecimentos específicos, e cujas dificuldades de compreensão foram explicitadas anteriormente, é a necessidade de conhecer os limites da Engenharia ou da própria ciência. Ambas são limitadas nas respostas que podem fornecer ao engenheiro e, ainda, precisam ser entendidas por meio das consequências que terão para a sociedade. Em outras palavras, a Engenharia e a Ciência, na busca por responder a problemas que surgem no seio da própria sociedade, não podem desconsiderar as questões sociais, culturais e políticas que estão subjacentes aos conhecimentos. Isso mostra que a Engenharia, ao mesmo tempo em que apresenta uma lógica interna de busca de solução, está imersa em um mundo cultural, social e político, não podendo deixar de se ater a esse fato.

A visão de Ciência nas DCNCGE

Como resultado do estudo apresentado neste texto, busca-se identificar e analisar as concepções epistemológicas presentes nas DCNCGE. O foco está em revelar o que está subjacente a este documento, considerando que sua produção ocorreu a partir de vários coletivos, como entidades de classe, órgãos governamentais, profissionais da educação e da Engenharia. Parte-se do pressuposto simplista de que esse documento apresenta em sua essência uma visão de Ciência condizente com um viés internalista ou externalista, ou com ambos, conforme mencionado nos parágrafos anteriores.

A pesquisa realizada caracteriza-se como qualitativa, de cunho bibliográfico e documental, seguindo o apontado por Gil (2008). O caráter qualitativo decorre do entendimento de que ela não envolve dados quantitativos ou tratamento estatístico. A identificação como documental e bibliográfica, vincula-se ao fato de que os procedimentos técnicos estão associados a coleta de dados a partir de documentos e outros materiais já elaborados e disponíveis na forma de artigos ou livros científicos. Tais procedimentos estão de acordo com os propósitos do estudo que se encontra pautado na análise documental nas DCNCGE dialogando com as concepções epistemológicas presentes em autores clássicos como Karl Popper e Tomás Kuhn.

Ainda em termos metodológicos definem-se como dados da pesquisa, os diferentes artigos que integram as DCNCGE e que são analisadas a luz dos epistemológicos mencionados. Tais análises que representam os resultados da pesquisa são apresentados na continuidade de forma que inicialmente é realizado uma discussão sobre as diretrizes e na sequência a análise sobre as visões externalistas e internalistas identificados no teor desta diretrizes.

As DCNCGE

Os currículos de Engenharia no país, em suas mais diferentes modalidades, são regidos pela Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, como já mencionado. Tal documento institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, cujo propósito fica evidenciado já nos dois artigos iniciais, os quais estabelecem os objetivos e definem o objeto e a abrangência da resolução.

Prosseguindo, o terceiro artigo estabelece as características desejadas para o profissional egresso. Pode-se perceber claramente o viés externalista nesse perfil do egresso, especialmente ao mencionar que ele deve ser capaz de “absorver e desenvolver novas tecnologias” e, ainda, ter desenvolvida a sua capacidade de “identificação e resolução de problemas” (2002: p. 1). O desenvolvimento de tecnologias implica em aplicar conhecimento para obter um produto ou técnica com finalidade específica. Nesse sentido, é preciso observar qual a resposta do contexto ao conhecimento que nele é investido, obtendo os fatores externos necessários para realimentar o processo interativamente, até que os resultados sejam satisfatórios. Implícitas, também, estão a identificação e a solução de problemas, pois estas decorrem da aplicação do conhecimento, e novamente estamos a observar o meio externo. Mas os pontos “considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais” e “atendimento às demandas da sociedade” (p. 1) são mais pungentes. Enquanto o primeiro dispensa comentários, o segundo implica conhecer a sociedade e determinar quais as suas demandas, constituindo-se em fator externo que serve de base para o desenvolvimento do conhecimento, estabelecendo, a priori, as direções a seguir e a profundidade necessária.

O quarto artigo estabelece as competências e habilidades gerais do profissional, percebendo-se o viés externalista, principalmente nos incisos X e XII, onde aparece uma menção clara à necessidade de olhar para o externo ao avaliar impactos nos contextos social e ambiental. Para avaliar a viabilidade econômica de um projeto, é necessário conhecer as demandas econômicas e as consequências dessas demandas para a sociedade e o meio ambiente, no que tange à extração de recursos.

No artigo quinto e seus parágrafos, é possível observar uma forte exigência de interação dos estudantes com o meio profissional, acadêmico-científico e social; ou seja, os cursos devem proporcionar aos alunos uma imersão na sociedade onde vivem e posteriormente irão atuar, desenvolvendo a capacidade de observar o meio externo e tê-lo como base para o desenvolvimento e a análise de projetos futuros. Além desses itens, o artigo sete menciona a obrigatoriedade de estágios curriculares, favorecendo essa interação com o contexto.

O artigo sexto, parágrafo segundo, menciona a obrigatoriedade de laboratórios para algumas áreas básicas. Essa interação com práticas experimentais propicia a observação dos fatores externos que podem influir nos resultados de uma atividade de laboratório, ainda que no âmbito didático, mas, fundamentalmente, pode-se perceber a interferência do

sujeito no experimento. Pode-se transcender para uma aplicação em Engenharia onde o sujeito que constrói ou emprega uma determinada tecnologia afeta os resultados obtidos. Aplicações de tecnologias iguais em locais diversos com sujeitos diferentes podem ter resultados diametralmente opostos.

Visão externalista e internalista

Pelo anteriormente, pode-se concluir que a visão externalista predomina nas DCNCGE, pois é desejo da sociedade que fatores externos sejam considerados tanto ao desenvolver tecnologias como ao aplicá-las. Entretanto, ao não se levar em consideração a visão presente no documento, a sua implementação pode permanecer restrita à mera redação de um currículo, sem transcender aos verbos e, com isso, envidar esforços para formar um profissional mais próximo do que estabelece o artigo terceiro. Muitas vezes, esse artigo é entendido pelos professores engenheiros como pura retórica, haja vista a tradicional formação em áreas ditas “duras”, com pouca ou nenhuma formação didático-pedagógica.

Todavia, a visão internalista, apesar de em menor escala, também é percebida nas diretrizes, especialmente ao mencionar a necessidade de conhecimentos nas áreas básicas, que devem compor 30% da carga horária do curso, conforme especifica o parágrafo primeiro do artigo quarto. Nesse caso, a forma como o conteúdo básico será ministrado pode conferir-lhe uma roupagem com viés internalista ou externalista, dependendo da abordagem didática do professor. Esse é um dos pontos nevrálgicos do ensino de Engenharia, pois, dependendo da forma de abordagem, o aluno poderá não estabelecer a relação entre o conteúdo básico e a sua aplicação, assimilando que são coisas diferentes. Firma-se como extremamente importante a necessidade do debate pelos professores em torno do referido documento, com um olhar para outras áreas além dos conhecimentos específicos.

Considerações finais

O presente texto ocupou-se de discutir as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia pelo viés do internalismo e externalismo. O foco esteve em identificar no documento aspectos que pudessem aproximá-lo de uma ou de outra visão. A

Rosa & Rosa. Ensino & Pesquisa, v.16, n. 1 (2018), 74-88.

importância dessa identificação situa-se na concepção de Ciência e de conhecimento científico a ser adquirida pelos futuros engenheiros.

Posto isso, o estudo buscou identificar em que momentos das diretrizes tais visões são enaltecidas. Como resultado, apontou que a predominância é da visão externalista, especialmente por considerar no discurso aspectos associados à aplicação do conhecimento e à observação do contexto. Contudo, a visão internalista também se faz presente, ainda que de forma mais discreta, ao fomentar a necessidade de desenvolver conhecimentos em conteúdos básicos.

Ao longo deste texto, defendeu-se que a formação do engenheiro requer conhecimentos que ultrapassem a lógica interna de suas áreas e caminhem na direção da formação de um engenheiro pleno e dotado de saberes que lhe possibilitem intervir na busca por soluções a problemas sociais de forma consciente e ética. Nesse sentido, a visão dos professores é fundamental, pois não basta seguir a letra das diretrizes, sendo necessário compreender o viés e a intenção que norteou a sua elaboração, para que possam ser criados instrumentos didáticos que permitam a efetivação do documento – principalmente porque as palavras são polissêmicas, e os textos podem gerar uma diversidade de interpretações, com resultados diametralmente opostos, sobretudo em um documento tão sucinto e com uma abrangência tão grande como as DCNCGE.

Por fim, destaca-se que o presente estudo teve a pretensão de oferecer uma reflexão sobre as DCNCGE, para que os professores das Engenharias repensem o seu papel frente às exigências do mundo contemporâneo, bem como as possibilidades de contribuição da Engenharia para a melhoria da qualidade de vida no mundo.

Referências

ARAVENA-REYES, José Antonio. A problematização como invenção: fundamentos para a educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 33, n. 2, p. 65-71, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES nº 11/2002**. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

CORDEIRO, J. S. et al. Um futuro para a educação em Engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 3, p. 69-82, edição especial 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa em ciência social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HESSEN, Johannes. **Teoria do conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

KING, P. Internalismo, externalismo y autoconocimiento. *Critica*: **Revista Hispanoamericana de Filosofía**, v. 32, n. 96, p. 99-119, 2000.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

MASSONI, Neusa T. **Epistemologias do século XX**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2005.

MORAES, Roque. **Experimentação no ensino de Ciências**. Projeto Melhoria da Qualidade de Ensino- Ciências 1º Grau. Governo do Estado do Rio Grande do Sul – SE, 1993.

MEDINA, Esteban. La polémica del internalismo/externalismo en la Historia y la Sociología de la Ciencia. *Reis*: **Revista Española de Investigaciones Sociológicas**, v. 23, p. 53-75, 1983.

QUADRADO, José Carlos. Organizações de Engenharia no mundo. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 32, n. 3, p. 19-24, 2013.

RUIZ, Angel. **Historia y filosofia de las matemáticas**. Costa Rica: EUNED, 2003.