

Perfil conceitual de equação e o conhecimento matemático para o ensino: estabelecendo relações num estudo com professores em formação inicial

Conceptual profile of equation and mathematical knowledge for teaching: establishing relationships in a study with prospective teachers

Marieli Vanessa Rediske de Almeida
Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Brasil
marieli.almeida@outlook.com

Alessandro Jacques Ribeiro
Universidade Federal do ABC, UFABC, Brasil
alessandro.ribeiro@ufabc.com.br

Evonir Albrecht
Universidade Federal do ABC, UFABC, Brasil
evonir.albrecht@ufabc.edu.br

Resumo. Considerando a centralidade do conceito de equação na Matemática e em outras áreas, desenvolveu-se uma pesquisa que teve por objetivo identificar e compreender as concepções de equação de licenciandos em Matemática. Neste artigo, em especial, busca-se identificar as diferentes concepções de equação dos professores em formação inicial e compreender como elas se relacionam com o seu conhecimento matemático para o ensino. A pesquisa se fundamentou na Teoria dos Perfis Conceituais, no Perfil Conceitual de Equação e no Conhecimento Matemático para o Ensino. A investigação se desenvolveu à luz de uma abordagem qualitativa, numa perspectiva interpretativa e utilizou como método de análise alguns elementos da Análise de Conteúdo. As concepções de equação dos futuros professores de Matemática investigados se relacionam com algumas das zonas de um perfil conceitual de equação em construção, e os diferentes significados de equação mobilizados pelos professores deste estudo se relacionam tanto com o conhecimento comum, como com o conhecimento especializado do conteúdo equação.

Palavras-chave: Perfil conceitual de equação; conhecimento matemático para o ensino; formação inicial de professores; ensino de álgebra; concepções de equação.

Abstract. Given the centrality of the concept of equation in mathematics and other areas, a research was developed that aimed to identify and understand the conceptions of equation of prospective mathematics teachers. In this paper, in particular, we seek to identify prospective teachers' different conceptions of equation and to understand how these conceptions are related to their mathematical knowledge for teaching. The research was based on the Theory of Conceptual Profiles, on the Conceptual Profile of Equation and on the Mathematical Knowledge for Teaching. The research was developed under a qualitative approach, from an interpretative perspective and used as a method of analysis some elements of the Content Analysis. The conceptions of equation of the prospective mathematics teachers investigated are related to some of the zones of a conceptual profile of equation under construction, and the different meanings of equation mobilized by the prospective teachers of this study are related both to the common knowledge and to the specialized knowledge of the content equation.

Keywords: Conceptual profile of equation; mathematical knowledge for teaching; prospective teacher education; teaching of algebra; conceptions of equation.

(Recebido em maio de 2017, aceite para publicação em maio de 2018)

Introdução

As relações entre os conteúdos ensinados nos cursos de licenciatura em matemática e aqueles ensinados/aprendidos na escola costumam ser amplamente discutidas. Ball, Thames e Phelps (2008, p. 404) pontuam que “basta sentar em uma sala de aula por alguns minutos para perceber que a matemática com a qual os professores trabalham não é a mesma matemática ensinada e aprendida nas aulas da faculdade”.

Entre os principais conhecimentos necessários ao professor de Matemática estão aqueles do campo da Álgebra (Doerr, 2004). As equações, em particular, permeiam toda a vida escolar do estudante, aparecendo em diferentes momentos do currículo. Nesse contexto, o conhecimento do professor para ensinar equações é amplamente discutido por pesquisadores na área da Educação Matemática (Attorps, 2003; Chazan, Yerushalmy & Leikin, 2008).

No presente artigo discutimos resultados de uma investigação cuja temática central teve como objeto de estudo as concepções de professores em formação inicial – licenciandos em matemática – em relação ao conceito de equação. Essas concepções foram investigadas segundo o modelo teórico desenvolvido por Ribeiro (2013), intitulado Perfil Conceitual de Equação. O objetivo deste artigo é identificar e apresentar as diferentes concepções de equação dos professores em formação e compreender como elas se relacionam com o seu Conhecimento Matemático para o Ensino. A Teoria dos Perfis Conceituais tem seus registros iniciais no ensino de Ciências em áreas como a Biologia (Coutinho, Mortimer & El-Hani, 2007; Vairo & Rezende Filho, 2013), a Física (Amaral & Mortimer, 2001;

Mortimer, 1994) e a Química (Mortimer, 1997; Silva & Amaral, 2013). Na área da Educação Matemática, os primeiros registros ocorreram por meio do Perfil Conceitual de Equação (Ribeiro, 2013). Fundamentados na Teoria dos Perfis Conceituais, depreendemos que, se o professor tem conhecimento sobre determinado conceito e apresenta em relação a ele um perfil conceitual diversificado, ele tende a apresentar e trabalhar tal conceito de diversas formas com seus alunos, promovendo a evolução das concepções destes em sala de aula (Mortimer, 1994, 2000).

A compreensão e a capacidade do professor para ensinar conceitos matemáticos de diversas formas, mobilizando diferentes conhecimentos em sala de aula, parecem estar relacionadas com os diferentes domínios do Conhecimento Matemático para o Ensino – MKT (*Mathematical Knowledge for Teaching*, no original em inglês, segundo Ball, Thames e Phelps, 2008). Segundo esse enquadramento teórico, há uma gama de conhecimentos matemáticos que apenas os professores possuem (ou deveriam possuir), os quais são necessários para ensinar. Em seu quadro teórico, Ball, Thames e Phelps (2008) apresentam seis subdomínios, dos quais, dois em especial, são os que serão considerados no presente artigo: Conhecimento Comum do Conteúdo (CCK¹) e Conhecimento Especializado do Conteúdo (SCK²).

Os resultados aqui discutidos são parte de uma investigação de mestrado (Almeida, 2016), inserida em um projeto mais amplo denominado “Conhecimento Matemático para o Ensino de Álgebra: uma abordagem baseada em perfis conceituais”³. Ao iniciar nosso estudo, conjecturamos a existência de relações teórico-metodológicas entre a Teoria dos Perfis Conceituais – em especial, o Perfil Conceitual de Equação (PCE) – e o Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT). A partir dos resultados da pesquisa de mestrado, buscamos estabelecer tais relações, que aqui trazemos para apresentar e discutir.

Iniciamos nosso artigo com a apresentação e a discussão dos principais conceitos teóricos relacionados ao perfil conceitual; ao Perfil Conceitual de Equação e ao Conhecimento Matemático para o Ensino. Seguiremos com o desenvolvimento da metodologia de nossa investigação, seção na qual discorreremos sobre os métodos, os procedimentos, os instrumentos de coleta de dados e sobre os participantes de nosso estudo. Apresentaremos a análise dos dados, com especial atenção às evidências que nos ajudaram a estabelecer relações entre os conceitos do enquadramento teórico. Finalizaremos com a discussão dos resultados e as considerações finais, nas quais tratamos das principais implicações e desdobramentos de nosso estudo.

Referencial teórico

Os principais pilares de nosso referencial teórico são aqueles resultantes dos trabalhos de Mortimer (1994, 2000), sobre a Teoria dos Perfis Conceituais; de Ribeiro (2013), acerca do Perfil Conceitual de Equação; e de Ball, Thames e Phelps (2008), sobre o Conhecimento Matemático para o Ensino. Passamos a discutir aqui as principais ideias

de cada modelo teórico, de modo a apresentar o nosso enquadramento teórico utilizado na análise dos dados.

A Teoria dos Perfis Conceituais teve origem no âmbito do ensino de Química, com a tese de doutorado de Mortimer (1994), cujos resultados foram sistematizados em Mortimer (2000). A Teoria dos Perfis Conceituais foi desenvolvida a partir da noção de perfil epistemológico de Bachelard em seu livro *“A Filosofia do Não”*, publicado em 1940. Mortimer (2000) ressalta que, apesar de Bachelard não ter trabalhado com o desenvolvimento de conceitos referentes à cognição humana, em sua obra *“A Filosofia do Não”* são encontradas explicações detalhadas sobre os diferentes enfoques utilizados pelas pessoas para conceituar a realidade. O autor também argumenta que, mesmo tendo sido pensadas em termos de sistemas filosóficos de pensamento, as ideias de Bachelard podem ajudar no desenvolvimento de um modelo de ensino capaz de se sustentar frente a outros modelos e estratégias já propostos (Mortimer, 1996). Para Mortimer (2000):

não se constitui em novidade o fato de que as pessoas possam exibir diferentes formas de ver e representar a realidade à sua volta. Bachelard já havia utilizado essa ideia em 1940, relacionado ao que ele havia chamado de “noção de perfil epistemológico. (p. 68)

Tomando por base tais fundamentos, Mortimer (1994) em sua tese de doutorado, desenvolveu a abordagem dos perfis conceituais. Segundo aquele autor:

Usarei a noção de perfil conceitual no lugar de perfil epistemológico com o propósito de introduzir algumas características ao perfil que não estão presentes na visão filosófica de Bachelard, já que minha intenção é construir um modelo para descrever a evolução das ideias, tanto no espaço social da sala de aula como nos indivíduos, como consequência do processo de ensino. (Mortimer, 2000, p. 78)

Assim, no modelo dos perfis conceituais, considera-se que em toda sala de aula existe uma enorme diversidade de modos de pensar, falar, agir e de compreender conceitos científicos. Para Mortimer (1994, 2000), cada indivíduo exibe diferentes modos de ver e conceitualizar o mundo.

Segundo Mortimer, Scott e El-Hani (2009), os conceitos são tomados como entidades mentais relativamente estáveis que habitam os indivíduos. Conforme ressaltam Mortimer e El-Hani (2014), os conceitos existem de maneira estável como parte do conhecimento socialmente construído por um indivíduo, como manifestado na forma de linguagens sociais. Assim, enquanto os conceitos possuem alguma estabilidade, o pensamento conceitual – ou concepção – é dinâmico e só adquire estabilidade como um processo por meio de restrições que agem sobre ele. Tais restrições estão sempre ligadas aos significados socialmente estabelecidos dos conceitos.

Nessa perspectiva, aprender um conceito é apreender seu significado, generalizar, evoluir de sentidos pessoais para significados socialmente aceitos e vice-versa. Cada perfil conceitual – constituído por várias zonas, que representam um modo particular de pensar

ou significar um conceito – modela a diversidade de modos de pensar ou de significar um dado conceito (Mortimer et al., 2009). Dessa forma, a construção de um perfil conceitual toma como ponto de partida conceitos polissêmicos, como os conceitos de vida (Coutinho, Mortimer & El-Hani, 2007), de espécie (Soares et al., 2007), de átomo (Mortimer, 1994, 2000), de entropia, espontaneidade e adaptação (El-Hani, Amaral, Sepulveda & Mortimer, 2015). Segundo Mortimer (1994), todo indivíduo pode possuir não apenas uma, mas várias formas de compreender um determinado conceito. Desse modo, um mesmo indivíduo pode apresentar diferentes zonas de um perfil conceitual, que correspondem a diferentes formas de pensar e falar sobre tais conceitos e são utilizadas em contextos específicos.

Por meio da abordagem dos perfis conceituais, a aprendizagem pode ser entendida a partir de dois processos: i) o enriquecimento dos perfis conceituais e ii) a tomada de consciência da multiplicidade de modos de pensar que constituem um perfil (El-Hani & Mortimer, 2007). No ensino de Ciências, por exemplo, o primeiro caso ocorre em sala de aula, quando o estudante começa a pensar cientificamente sobre determinado conceito. No entanto, para que a aprendizagem seja bem-sucedida, segundo tal teoria, é necessário promover no estudante tanto a tomada de consciência sobre a diversidade de modos de pensar sobre o conceito em estudo quanto a percepção de que cada um desses modos de pensar é mais – ou menos – eficiente, dependendo do contexto.

Em nossa revisão de literatura encontramos, no escopo da Educação Matemática, apenas dois trabalhos versando sobre perfis conceituais: o Perfil Conceitual de Equação (Ribeiro, 2013) e o Perfil Conceitual de Variável (Angeli, 2014), ambos elaborados na área de Álgebra. O trabalho de Ribeiro (2013), no qual nos apoiamos para realizar a investigação aqui apresentada, foi desenvolvido a partir de três pesquisas realizadas no âmbito da pós-graduação em Educação Matemática. A primeira, cujos resultados são apresentados por Ribeiro (2007), em sua tese de doutorado, buscou investigar diferentes significados do conceito de equação, que surgiram ao longo da história, assim como em livros didáticos e paradidáticos, por meio de estudos didáticos e epistemológicos.

Posteriormente, Barbosa (2009) e Dorigo (2010) propuseram-se a continuar, em suas pesquisas de mestrado, o trabalho iniciado por Ribeiro, para investigar as concepções de professores e de alunos do ensino médio, respectivamente, buscando identificar a presença (ou não) dos diferentes significados de equação apontados anteriormente no trabalho de Ribeiro (2007). Vale esclarecer que, em sua investigação, Ribeiro constatou, por meio de um estudo epistemológico e didático, seis diferentes significados atribuídos ao conceito de equação. Já Barbosa (2009) observou que os professores investigados encontravam dificuldades para tratar determinadas situações matemáticas em que não se lembravam de uma fórmula ou algoritmo de resolução, limitando-se a apenas um dos significados identificados por Ribeiro. Por sua vez, Dorigo (2010) notou que os alunos de ensino médio investigados em sua pesquisa tendiam a interpretar as situações matemáticas de forma prática ou intuitiva, sem a variedade de significados como aquela encontrada por Ribeiro.

Dessa forma, em Ribeiro (2013), a partir dos trabalhos de Barbosa (2009) e Dorigo (2010), bem como de seu próprio trabalho de doutorado (Ribeiro, 2007), o autor

sistematizou os diferentes significados do conceito de equação identificados e discutidos nas pesquisas anteriores, atribuindo novas caracterizações aos significados identificados nos trabalhos realizados até então. Levando em conta as propostas de outras pesquisas sobre perfis conceituais na área de Ensino de Ciências (Amaral & Mortimer, 2001; Coutinho et al., 2007; Mortimer, 1994; Soares et al., 2007), Ribeiro (2013) tomou os dados e as análises obtidas nos trabalhos anteriores (Barbosa, 2009; Dorigo, 2010; Ribeiro, 2007) e desenvolveu um perfil conceitual de equação, composto por cinco categorias, denominadas zonas, o qual é apresentado e descrito no quadro a seguir:

Quadro 1. Zonas identificadas e sua breve descrição (Ribeiro, 2013, p. 69)

Categoria	Breve Descrição
Pragmática	Equação interpretada a partir de problemas de ordem prática. Equação admitida como uma noção primitiva. Busca pela solução predominantemente aritmética.
Geométrica	Equação interpretada a partir de problemas geométricos. Busca pela solução predominantemente geométrica.
Estrutural	Equação interpretada a partir de sua estrutura interna. Busca pela solução predominantemente algébrica.
Processual	Equação interpretada a partir de processos de resolução. Busca pela solução aritmética ou algébrica.
Aplicacional	Equação interpretada a partir de suas aplicações. Busca pela solução aritmética ou algébrica.

Por sua vez, o constructo teórico do Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT) é apresentado por Ball et al. (2008). Apoiados nos trabalhos de Shulman (1986) sobre os conhecimentos profissionais docentes, esses autores levantaram a hipótese de que existem outros aspectos do conhecimento do conteúdo, além do conhecimento pedagógico do conteúdo, que poderiam ser mapeados e organizados a fim de que sejam contemplados na formação de professores de matemática. Dessa forma, Ball et al. (2008) perceberam que a natureza do conhecimento matemático envolvido no ensino parecia envolver tipos diferentes, isto é, não é apenas relacionada a conhecer matemática para si mesmo, mas conhecer a matemática em diferentes aspectos.

Nessa perspectiva, os autores apresentam o Conhecimento Matemático para o Ensino, considerando os domínios de Conhecimento do Conteúdo e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Shulman, 1986). O MKT é composto pelos subdomínios Conhecimento Comum do Conteúdo (CCK), Conhecimento do Horizonte do Conteúdo (HCK⁴), Conhecimento Especializado do Conteúdo (SCK), Conhecimento do Conteúdo e os Estudantes (KCS⁵), Conhecimento do Conteúdo e o Ensino (KCT⁶) e Conhecimento do Conteúdo e o Currículo (KCC⁷). O modelo proposto pelos autores é aqui apresentado:

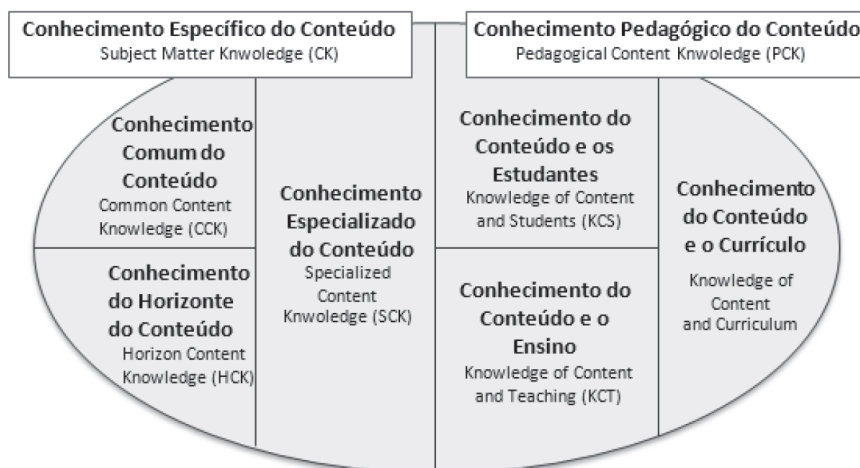


Figura 1. Domínios do Conhecimento Matemático para o Ensino (adaptado de Ball et al., 2008, p. 403)

Em nosso artigo, o interesse está, em particular, nos subdomínios Conhecimento Comum do Conteúdo e Conhecimento Especializado do Conteúdo, conforme já anunciado anteriormente. Esclarecemos que Ball et al. (2008) definem o Conhecimento Comum do Conteúdo (CCK) como o conjunto daqueles conhecimentos e habilidades matemáticas utilizados em qualquer outro momento que não seja o de ensinar, ou seja, não é específico do trabalho de ensinar. Por outro lado, o Conhecimento Especializado do Conteúdo (SCK) envolve os conhecimentos e as habilidades matemáticos específicos ao ensino, com destaque para a capacidade que os professores possuem de “descompactar” o conhecimento matemático com o intuito de ensinar e de promover a aprendizagem em seus estudantes.

Ao exemplificar conhecimentos pertencentes a ambos os subdomínios, Thames e Ball (2010) apontam a capacidade de fazer cálculos específicos, conhecer definições ou conceitos e fazer representações simples, como capacidades alocadas no CCK, as quais – no caso dos professores de matemática – possibilitam ao professor, entre outras opções, identificar respostas incorretas dos estudantes, definir corretamente conceitos ou objetos em sala de aula e mostrar o funcionamento de procedimentos ou algoritmos. Por sua vez, algumas capacidades alocadas no subdomínio SCK são: apresentar definições matematicamente corretas, mas acessíveis aos alunos, atribuir sentido a soluções não tradicionais fornecidas pelos estudantes e encontrar padrões nos erros desses estudantes e as origens matemáticas desses erros.

Baseados na discussão das teorias que constituíram o referencial teórico de nossa pesquisa, consideramos que a Teoria dos Perfis Conceituais trata de diferentes concepções e entendimentos de um mesmo conceito científico, ao passo que o Perfil Conceitual de Equação discute diferentes significados de um conceito matemático em específico – no

caso, o conceito de equação. Esses diferentes significados de equação representam diferentes entendimentos desse conceito, os quais podem ser mais ou menos aprofundados, mais ou menos diversificados; podem pertencer ao senso/conhecimento comum ou fazer parte de um conhecimento mais aprofundado, que, para os professores de matemática, se traduz em um conhecimento especializado sobre a matemática para o ensino. É nesse sentido que entendemos as relações entre os perfis conceituais, em particular o Perfil Conceitual de Equação, e o Conhecimento Matemático para o Ensino.

Metodologia do estudo

Considerando-se o objetivo de nossa pesquisa, tomamos a abordagem qualitativa, de cunho interpretativo (Crotty, 1998), tendo sido os dados coletados por meio de um questionário, que foi respondido por 57 alunos de cursos de licenciatura em matemática de quatro instituições de ensino superior brasileiras (IES), públicas e privadas. O instrumento de coleta foi construído de forma que cada zona do Perfil Conceitual de Equação pudesse ser empregada ao menos duas vezes, isto é, para cada zona do perfil, foram pensadas duas ou mais questões propostas.

O questionário utilizado para coletar os dados foi dividido em três partes (anexo), as quais versaram sobre a formação dos licenciandos (Parte 1), suas concepções de equação (Parte 2) e a forma como utilizam equação em situações matemáticas propostas (Parte 3). As questões relacionadas com a Parte 1 do questionário auxiliaram na composição de um perfil dos futuros professores, cujos resultados não serão abordados nesse artigo por fugir ao escopo do mesmo. As questões 1, 6, 7, 8, e 11 (Partes 2 e 3), que aqui serão analisadas e discutidas, tinham por propósitos possibilitar a mobilização das cinco zonas do Perfil Conceitual de Equação.

Nosso objetivo com a questão 1 (anexo) foi propiciar a mobilização de várias zonas do perfil conceitual de equação, pois entendemos que, a partir de uma pergunta aberta e abrangente, os licenciandos poderiam expressar seu entendimento sobre equações em várias direções. Na questão 6, tivemos por objetivos analisar como os licenciandos resolviam a equação polinomial de 2.º grau apresentada e observar qual zona do perfil conceitual de equação seria revelada em suas respostas. Entre as zonas que poderiam emergir, conforme análise prévia, estavam a zona Processual, por meio da utilização de processos e técnicas de resolução; a zona Pragmática, por meio de um processo de tentativas com números, até encontrar valores que satisfizessem a igualdade; e a zona Estrutural, na qual equação é interpretada a partir de sua estrutura. A questão 7 buscava principalmente mobilizar a zona Aplicacional do Perfil Conceitual de Equação, na qual equação é entendida como uma aplicação de conceitos matemáticos também em outras áreas do conhecimento. A oitava questão proposta no questionário (anexo) teve o objetivo de suscitar a manifestação da zona Geométrica, verificando se os licenciandos reconheciam a existência de equação quando há a interseção entre duas curvas. Foram apresentadas aos licenciandos quatro figuras contendo gráficos de diferentes funções. Em dois deles, havia interseções entre as

curvas. Finalmente, na questão 11, proposta em nosso questionário (anexo), buscamos propiciar a mobilização da zona Processual, por meio de uma situação-problema prática. Esperávamos que os licenciandos resolvessem o problema realizando um esboço da situação e utilizando relações trigonométricas no triângulo retângulo e/ou alguma relação trigonométrica seguida pelo teorema de Pitágoras.

Inspiramo-nos na metodologia da Análise de Conteúdo (Bardin, 2011) para desenvolvermos nossa análise dos dados, na qual apresentamos e discutimos as respostas de dois concluintes da licenciatura em matemática, denominados Joe e Chandler⁸, provenientes de duas IES públicas distintas e que apresentaram concepções diferentes ao responder as questões propostas. Os dois professores em formação foram escolhidos por estarem em final de curso, por apresentarem alguma experiência docente e por apresentarem perfis conceituais de equação essencialmente distintos entre si.

O licenciando Joe cursava na época da coleta de dados, o último período do curso de licenciatura em matemática de uma IES pública federal; estava com 25 anos de idade e declarou ter experiência docente de três anos, adquirida por meio de participação em projetos comunitários. O licenciando Chandler cursava um dos últimos períodos do curso de licenciatura em matemática de outra IES pública federal e, no momento da coleta de dados, estava com 24 anos de idade e declarou ter dois anos de experiência docente, tendo atuado como estagiário na rede privada de ensino.

Em nossa análise, buscamos (i) identificar as zonas do Perfil Conceitual de Equação (PCE) reveladas pelos futuros professores e (ii) argumentar acerca das diferentes concepções de equação e do tipo de conhecimento matemático mobilizado pelos futuros professores (Conhecimento Comum ou Conhecimento Especializado do Conteúdo).

Análise dos dados

Iniciamos essa seção discutindo um panorama geral das respostas apresentadas pelos futuros professores nos 57 questionários analisados. Após essa discussão, nos concentramos em apresentar o PCE de dois sujeitos participantes da pesquisa.

Análise global dos dados obtidos

Para a análise das questões da Parte 2 de nosso questionário, consideramos unidades de registro e unidades de contexto. A unidade de registro utilizada foi o tema, que conforme Bardin (2011) é uma regra de recorte do sentido, e a unidade de contexto utilizada foi o parágrafo. Dessa forma, ao analisarmos a resposta de cada licenciando para determinada questão da Parte 2, consideramos como unidade de registro a frase principal encontrada na resposta. No caso de a resposta ser composta por mais de uma frase significativa, consideramos para a análise o parágrafo inteiro (nossa unidade de contexto).

Após o isolamento das unidades de registro, as mesmas foram agrupadas conforme as zonas do PCE, sendo que as questões de 1 a 5 suscitaram o aparecimento de três das cinco zonas do perfil, sendo elas:

- A Zona Pragmática, que envolve a interpretação de equação a partir de problemas de ordem prática e como noção primitiva, quando os licenciandos se remeteram principalmente a necessidade da existência de igualdade e, além disso, a presença de incógnitas, expressões e números.
- A Zona Processual, contempla a interpretação da equação partindo de processos de resolução, quando o indivíduo apresenta concepções relacionadas com fórmulas, procedimentos, utilização de propriedades, valores desconhecidos, cálculos e descobertas.
- A Zona Aplicacional, na qual os sujeitos interpretaram equação a partir de suas aplicações, se referindo prioritariamente a modelos matemáticos e modelagem de problemas.

Algumas respostas não puderam ser agrupadas conforme a classificação apresentada. É o caso, por exemplo, de sujeitos que manifestaram na mesma unidade de registro e/ou de contexto, mais de uma zona do PCE. Outra situação se deu quando as unidades de registro e de contexto apresentavam ideias plausíveis, mas que não puderam ser classificadas nas categorias já existentes. Essas unidades foram agrupadas em uma categoria denominada Outras.

Na Parte 3 de nosso questionário, buscamos compreender, por meio da resolução de questões matemáticas, como os sujeitos da pesquisa tratavam as equações. Novamente as unidades de registro que não puderam ser classificadas conforme as diferentes zonas do perfil conceitual de equação foram alocadas numa categoria Outras. Nas questões de 6 a 12, as unidades de registro ou os segmentos de conteúdo considerados unidade de base foram as resoluções de cada questão, como um todo, uma vez que foi impossível considerar apenas algumas partes de cada resolução. As questões propostas na parte 3 suscitaram o aparecimento das cinco zonas do PCE.

Com objetivo de sintetizar a manifestação de zonas nas partes 2 e 3 do instrumento de coleta, apresentamos a tabela 1. Nessa tabela trazemos cada uma das zonas do Perfil Conceitual de Equação que surgiram em nossa pesquisa, os componentes das respostas que as levaram a ser agrupadas em determinada zona, as questões em que cada zona foi mobilizada (ocorrência), quantas vezes cada zona foi mobilizada na mesma questão (frequências) e o total de ocorrências de cada uma das zonas. No caso das zonas Pragmática e Processual, quando aparece o símbolo “+”, nosso objetivo foi destacar quantas vezes cada zona apareceu em determinada questão (à esquerda do símbolo) e quantas vezes as duas zonas apareceram simultaneamente na mesma resposta (à direita do símbolo).

Tabela 1. Ocorrência das zonas do Perfil Conceitual de Equação

Zona	Componentes	Ocorrência	Frequências	Total
Pragmática	Igualdade, incógnitas, variáveis, expressões, números.	Questão 1	28 + 2	142
		Questão 3	28	
		Questão 4	25 + 3	
		Questão 5	12 + 2	
	Tentativa e erro	Questão 6	2	
	Utilização de equação a partir de problemas cotidianos.	Questão 9	23	
		Questão 12	17	
Processual	Cálculos, fórmulas, descobertas, valores desconhecidos, contas, propriedades, procedimentos, processos.	Questão 1	16 + 2	125
		Questão 3	11	
		Questão 4	6 + 3	
		Questão 5	6 + 1	
	Quadrado da soma, Bháskara, soma e produto.	Questão 6	38	
	Regra de três	Questão 7	11	
	Relações trigonométricas no triângulo retângulo, teorema de Pitágoras.	Questão 11	31	
Aplicacional	Modelagem de problemas, modelos matemáticos.	Questão 1	2	27
	P=m.g	Questão 7	25	
Geométrica	Relações entre equações e interseção de curvas	Questão 8	5	22
	Interpretar equação a partir da leitura de um gráfico	Questão 12	17	
Estrutural	Conhecimentos sobre a estrutura interna das equações	Questão 6	7	10
		Questão 10	3	
Outras		Questão 1	4	16
		Questão 3	7	
		Questão 4	3	
		Questão 5	1	
		Questão 10	1	

A partir da Tabela 1 podemos depreender informações relevantes como, por exemplo, a predominância das zonas Pragmática (mobilizada 142 vezes no total) e Processual (mobilizadas 125 vezes no total) do PCE, identificadas ao longo das respostas dos 57 participantes ao questionário. A zona Pragmática – relacionada com igualdade, incógnitas, variáveis, expressões, números, tentativa e erro utilizando equação a partir de problemas cotidianos – foi suscitada pelas questões 1, 3, 4, 5, 6, 9 e 12. Na questão 1, por exemplo, essa zona foi mobilizada por 30 licenciandos, ao passo que na questão 6, foi mobilizada por dois licenciandos. Ao perceber que as zonas Pragmática e a Processual são as mais mobilizadas nos questionários, levantamos a necessidade de que sejam favorecidas situações matemáticas mais diversificadas ao longo de sua formação inicial, de modo que os futuros professores ampliem seu repertório de conhecimentos matemáticos acerca deste importante conceito da Álgebra da Educação Básica.

Análise das respostas de dois licenciandos

A partir desse panorama geral das respostas dos futuros professores que ocorreram nos 57 questionários analisados, buscamos agora evidenciar nossas interpretações acerca do entendimento de equação revelado pelos dois licenciandos selecionados, em suas respostas para a questão 1 (discursiva) e nas resoluções das situações matemáticas propostas nas demais questões analisadas. As evidências consideradas são as respostas/resoluções ilustrativas das zonas do Perfil Conceitual de Equação manifestadas pelos sujeitos Joe e Chandler.

Em suas resoluções, o licenciando Joe manifestou predominantemente a zona Pragmática do Perfil Conceitual de Equação e, em algumas ocasiões, também a zona Processual. A concepção pragmática desse futuro professor em relação ao conceito de equação se revelou já na primeira questão – “O que você entende por equação?” –, como podemos inferir a partir de sua resposta:

1. O que você entende por equação?

Viu como uma balança de dois pratos,
 o que tem em um lado da igualdade possui no outro
 nunca perdendo o equilíbrio, tendo uma ou mais
 incógnitas.

(Vejo como uma balança de dois pratos, o que tem em um lado da igualdade possui no outro nunca perdendo o equilíbrio, tendo uma ou mais incógnitas.)

Figura 2. Resposta do licenciando Joe à Questão 1

Ao responder, o licenciando Joe demonstrou seu entendimento de equação a partir de uma “balança de dois pratos”, expondo uma concepção bastante ligada a problemas cotidianos e relacionada ao uso de recursos metafóricos (Figura 2).

Por sua vez, o licenciando Chandler possui diferentes concepções de equação, tendo manifestado as cinco zonas do perfil. Ao responder a essa questão, por exemplo, também mobilizou a zona Pragmática, remetendo-se à existência de igualdade e incógnitas (Figura 3).

1. O que você entende por equação?

Uma expressão matemática que apresenta uma igualdade e contém incógnitas.

(Uma expressão matemática que apresenta uma igualdade e contém incógnitas.)

Figura 3. Resposta do licenciando Chandler à Questão 1

Quando solicitado a determinar os valores de x para os quais a expressão $(x+1)^2$ é igual a 4, Joe se utilizou prontamente da fórmula de Bháskara, demonstrando uma concepção procedimental relacionada a equação (Figura 4).

(Fonte: Questão adaptada de Dorigo, 2010)

$$\begin{aligned}
 (x+1)^2 &= 4 & (x+1)(x+1) &= 4 \\
 x^2 + 2x + 2 &= 4 \\
 x^2 + 2x - 2 &= 0 \\
 \Delta &= (2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-2) & & 43 \\
 &= 4 + 8 & & \\
 &= 12 \\
 x &= \frac{-2 \pm \sqrt{12}}{2} \\
 x &= \frac{-2 + 2\sqrt{3}}{2} = -1 + \sqrt{3} \\
 \text{ou} \\
 x &= \frac{-2 - 2\sqrt{3}}{2} = -1 - \sqrt{3}
 \end{aligned}$$

Figura 4. Resposta do licenciando Joe à Questão 6

Apesar de ter cometido um erro de cálculo, ao escrever o quadrado da soma, pois registrou a expressão $x^2 + 2x + 2x^2 + 2x + 2$ no lugar de $x^2 + 2x + 1x^2 + 2x + 1$, o licenciando mobilizou a zona Processual, pois recorreu às fórmulas de Bháskara e do quadrado da soma.

O licenciando Chandler, por sua vez, utilizou a zona Estrutural do Perfil Conceitual de Equação, resolvendo a equação a partir da observação de sua estrutura (Figura 5):

(Fonte: Questão adaptada de Dorigo, 2010)

$$\begin{aligned} (x+1)^2 &= 4 \\ \sqrt{(x+1)^2} &= \sqrt{4} \\ |x+1| &= 2 \\ \begin{array}{l} / \\ \backslash \end{array} \\ x+1 &= 2 \quad \text{ou} \quad x+1 = -2 \\ x &= 1 \quad \quad \quad x = -3 \\ S &= \{-3, 1\} \end{aligned}$$

Figura 5. Resposta do licenciando Chandler à Questão 6

Na questão 7, a resolução do licenciando Joe não demonstrou indícios de manifestação de nenhuma zona do perfil, visto que o estudante não parece ter considerado que o peso é igual à massa multiplicada pela aceleração da gravidade, ou seja, $P = m \cdot g$, onde o peso P é dado em Newtons, a massa m é dada em quilogramas e a aceleração da gravidade g é dada em m/s^2 . Ao invés disso, Joe tentou trabalhar com os dados do problema, sem conseguir chegar a alguma resposta, como revela a Figura 6. Dessa forma, o licenciando não empregou nenhuma zona do perfil conceitual de equação ao responder a referida questão, que também possibilitava o emprego da zona processual, por meio da utilização regra de três.

7. Sabendo que uma pessoa pesa 980 N no planeta Terra, quanto essa mesma pessoa pesa em Marte? (A aceleração da gravidade na Terra é $9,8 \text{ m/s}^2$ e a aceleração da gravidade em Marte é $3,7 \text{ m/s}^2$).

$$\begin{array}{l} 980 \text{ N} \\ \frac{980 \text{ N}}{M} = \frac{9,8}{3,7} \\ \boxed{M = \frac{980 \cdot 3,7}{9,8}} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{9,8}{3,7} = \\ \frac{T}{M} = \frac{9,8}{3,7} = \frac{T}{M} \end{array}$$

Figura 6. Resposta do licenciando Joe à Questão 7

O licenciando Chandler resolveu o problema considerando os dados fornecidos e utilizando a equação $P = m \cdot g$ e dessa forma mobilizou a zona Aplicacional do Perfil Conceitual de Equação, conforme este protocolo expõe:

7. Sabendo que uma pessoa pesa 980 N no planeta Terra, quanto essa mesma pessoa pesa em Marte? (A aceleração da gravidade na Terra é $9,8 \text{ m/s}^2$ e a aceleração da gravidade em Marte é $3,7 \text{ m/s}^2$).

The image shows a handwritten solution for the problem. It starts with the formula $P_{\text{peso}} = \text{massa} \cdot \text{gravidade}$. Under the heading 'Terra:', it shows the calculation $980 = m \cdot 9,8$ and then $m = \frac{980}{9,8} = 100 \text{ kg}$. Under the heading 'Marte:', it shows the formula $P = m \cdot g$ and the final calculation $P = 100 \cdot 3,7 = 370 \text{ N}$, with the result '370 N' boxed.

Figura 7. Resolução do licenciando Chandler para a questão 7

Ao responderem a Questão 8, conforme observamos na transcrição a seguir (Quadro 2), Chandler mobiliza a zona Geométrica, enquanto Joe não o faz.

Quadro 2. Respostas dos licenciandos Joe e Chandler à Questão 8

Licenciando	Resposta
Joe	<p>a. Duas equações com duas soluções.</p> <p>b. Equação quociente com assíntota. Duas equações sem solução.</p> <p>c. Equação de primeiro grau. Pelo gráfico $ax + b = c$ e esse $c_1 \neq c_2$ ou seja, duas equações sem solução.</p> <p>d. As duas equações possuem vários pontos em comum, ou seja, possuem várias soluções.</p>
Chandler	<p>Sim, algumas figuras apresentam interseções entre os gráficos das funções. Interseções ocorrem quando há igualdade do valor nas funções em questão. Descobre-se o ponto de interseção igualando a expressão das funções em questão, portanto temos uma equação. Relaciono todas as figuras com equações. I e IV apresentam explicitamente as interseções. II e III não apresentam interseções, o que pode configurar o caso de equações sem solução.</p>

Observamos que Joe parece tratar cada uma das funções representadas como equação, ou seja, parece confundir equação com função. Ainda que possa estar considerando a

expressão algébrica da função, o licenciando parece não reconhecer a existência de equação quando há a interseção entre duas curvas. Além disso, o licenciando não mobiliza a zona Geométrica do Perfil Conceitual de Equação em nenhum outro momento ao responder o questionário proposto. Por sua vez, Chandler relaciona as interseções entre curvas com equações; e a ausência de interseções, com equações sem solução, o que indica a mobilização da zona Geométrica.

Ao responderem a Questão 11 os licenciandos Joe e Chandler modelaram a situação-problema por meio de um esboço pictórico e então utilizaram processos e técnicas de resolução de equações envolvendo conhecimentos sobre trigonometria (Figuras 8 e 9).

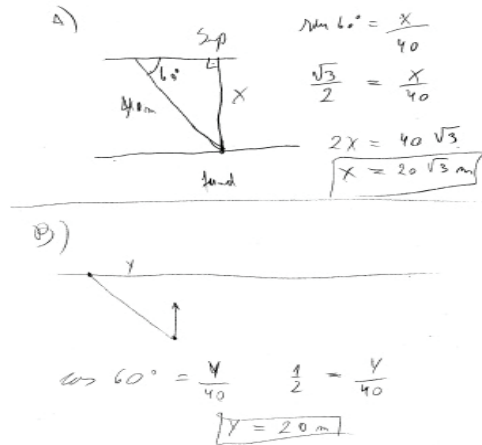


Figura 8. Resposta do licenciando Joe à Questão 11

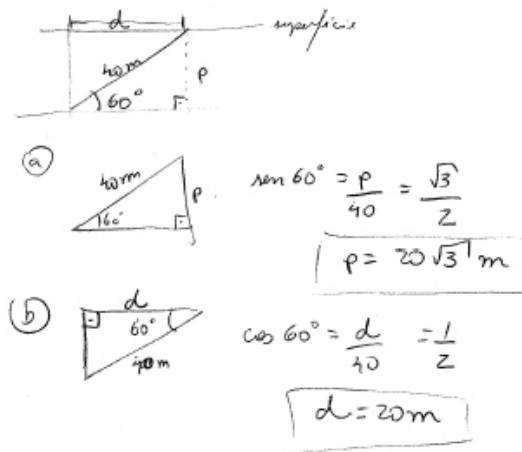


Figura 9. Resolução do licenciando Chandler para a Questão 11

Fundamentados nas análises desenvolvidas a partir das evidências aqui apresentadas pelos protocolos/transcrições dos dois licenciandos em matemática em final de curso, podemos afirmar que, como conjecturamos inicialmente, baseados em nosso referencial teórico, diferentes sujeitos mobilizam de formas distintas as zonas do Perfil Conceitual de Equação: enquanto Joe mobiliza somente as zonas Pragmática e Processual ao longo de todas suas respostas/resoluções às questões que compõem o questionário, Chandler utiliza as cinco diferentes zonas do Perfil Conceitual de Equação (Ribeiro, 2013). Chama-nos a atenção ainda o fato de que os dois licenciandos, a partir das mesmas situações-problema, aplicam concepções diferentes do conceito de equação.

Discussão dos resultados

Em nossa compreensão, os licenciandos que utilizaram uma ou duas zonas do PCE, como o estudante Joe, parecem possuir um conhecimento sobre equações muito semelhante ao de alunos do ensino fundamental e médio: apresentam concepções de equação pouco variadas e relacionadas com processos mecânicos de resolução (Dorigo, 2010). Nesse sentido, embora sejam futuros professores e estejam quase concluindo o curso de formação inicial, suas concepções de equação parecem fazer parte de um tipo de conhecimento comum do conteúdo (Ball, Thames e Phelps, 2008) e, no caso de nossa pesquisa, um Conhecimento Comum de Equações.

Por outro lado, segundo nossa interpretação, os estudantes com um perfil conceitual mais amplo e variado, e que mobilizaram três ou mais zonas do PCE, indo além das visões pragmática e processual, como o estudante Chandler, parecem possuir um conhecimento mais aprofundado sobre equações e são capazes não apenas de utilizar equação e diferentes processos na resolução de situações práticas, mas também de discutir a estrutura matemática das resoluções e das soluções de equações; reconhecer equação como interseção entre duas curvas; e aplicar equações provenientes de áreas diversas, como a física, por exemplo, conforme apresentamos nas respostas dos dois licenciandos, em especial as de Chandler. Para nós, tais evidências, como no caso do estudante Chandler, nos levam a compreender que conhecimentos desse tipo se configurem mais dentro do Conhecimento Especializado do Conteúdo (Ball, Thames e Phelps, 2008) e, no nosso caso, um Conhecimento Especializado de Equações, o qual certamente é necessário aos professores (e futuros professores) para o exercício de sua profissão.

Segundo Mortimer (2000), a determinação das categorias constituintes das zonas do perfil de um conceito que se pretende ensinar tem grande potencial para auxiliar no planejamento de ensino e na previsão de possíveis dificuldades que serão encontradas pelos alunos. Assim, um futuro professor que possui uma visão ampla sobre equações, além de ter o potencial para inserir diversas abordagens no planejamento de suas aulas, também poderá ser capaz de prever com maior precisão as dificuldades de seus alunos ao trabalhar com equações e, assim, reconhecer os erros mais frequentes durante a aprendizagem.

Por sua vez, Ball et al. (2008) apontam que, para ensinar matemática, o professor precisa possuir vários tipos de conhecimentos, dentre eles, o Conhecimento Especializado do Conteúdo, que se refere a um tipo de conhecimento matemático exclusivo dos professores, o qual, além de ser adquirido na prática de sala de aula, também deve ser incentivado na formação inicial e continuada dos professores de matemática. Para tanto, a consideração de modelos teóricos, como o dos perfis conceituais e do conhecimento matemático para o ensino, em cursos de licenciatura, pode constituir um passo importante na discussão dos conhecimentos necessários ao professor de matemática para exercer seu trabalho de ensinar.

Considerações finais

Neste artigo tomamos por objetivo identificar as diferentes concepções de equação dos professores em formação e compreender como elas se relacionam com o seu Conhecimento Matemático para o Ensino, em especial, no que se refere aos conhecimentos comum e especializado sobre equações. A partir dos dados e das análises desenvolvidas, tomando-se a diversidade de zonas do Perfil Conceitual de Equação manifestada por estudantes nos 57 questionários analisados, fomos convidados a refletir sobre a dimensão e a profundidade dos diferentes conhecimentos (matemáticos e didáticos) dos futuros professores no que se refere às equações.

Ratificando o que já havia sido constatado por Barbosa (2009) e Dorigo (2010), em suas investigações com professores de matemática da Educação Básica e alunos de Ensino Médio, respectivamente, nossa pesquisa com professores em formação inicial também registrou a predominância das zonas Pragmática e Processual, as mais recorrentes do Perfil Conceitual de Equação. Acreditamos que tal predominância se deva à forma como as equações são trabalhadas durante a vida escolar dos alunos – incluindo aí o processo de formação inicial de professores –, em que são oferecidas poucas oportunidades de emprego e utilização das demais zonas do Perfil Conceitual de Equação. Como explorar a totalidade de zonas do Perfil Conceitual de Equação, em diferentes contextos escolares, faz parte da agenda de pesquisas de nosso grupo.

Dessa forma, entendemos ser possível estabelecer conexões entre o Perfil Conceitual de Equação e o Conhecimento Especializado de Equação, uma vez que ambos implicam um conhecimento amplo e profundo sobre equações e o emprego de concepções adequadas em diferentes contextos. Por outro lado, se o Perfil Conceitual de Equação do professor se apresentar pouco desenvolvido, entendemos então, que seu conhecimento pode estar mais próximo de um conhecimento comum sobre equações. Com isso, imaginamos que uma das implicações recairá em menores chances de ele trabalhar esse conceito em sala de aula de diferentes formas e com diferentes níveis de profundidade, e, certamente, isso poderá afetar a aprendizagem de seus alunos.

Pesquisas como a de Attorps (2003) apontam que, muitas vezes, os futuros professores possuem concepções de equação arraigadas desde o tempo em que eram alunos e as

ensinam dessa forma, pois não têm oportunidade de discutir tal conceito ao longo de sua formação inicial. Portanto, deixamos aqui, como sugestão para o ensino de equações em cursos de formação inicial de professores, que o conceito de equação seja tomado como objeto de ensino, e seja discutido ao longo da formação inicial de professores, de modo que, quando os futuros professores de matemática forem para a sala de aula ensinar equações aos seus alunos, eles possam deslocar o foco na ênfase sobre o caráter pragmático e processual e, assim, romper com tal ciclo vicioso.

Notas

- ¹ *Common Content Knowledge*, no original, em inglês.
- ² *Specialized Content Knowledge*, no original, em inglês.
- ³ Projeto financiado no âmbito do Programa Observatório da Educação (Obeduc), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).
- ⁴ *Horizon Content Knowledge*, no original, em inglês.
- ⁵ *Knowledge of Content and Students*, no original, em inglês.
- ⁶ *Knowledge of Content and Teaching*, no original, em inglês.
- ⁷ *Knowledge of Content and Curriculum*, no original, em inglês.
- ⁸ Nomes fictícios para preservar a identidade dos participantes.

Agradecimentos

Agradecemos à *Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (Capes)* pelo financiamento da pesquisa, por meio do *Programa Observatório da Educação (OBEDUC)*, assim como pela bolsa de estudos concedida à primeira autora.

Referências

- Almeida, M. V. R. de. (2016). *Perfil conceitual de equação: investigações acerca das concepções de alunos de licenciatura em matemática* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do ABC, São Paulo, Brasil.
- Amaral, E. M. R., & Mortimer, E. F. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(3), 5-18.
- Angeli, M. (2014). *Atribuição de significados ao conceito de variável: um estudo de caso numa licenciatura em matemática* (Dissertação de Mestrado Profissional). Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil.
- Attorps, I. (2003). Teacher's images of the 'equation' concept. In *Proceedings of the Third Conference of the European Society in Mathematics Education*. Bellaria, Itália. Retirado em 10 de junho de 2013, de: <http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG1/TG1_attorps_cerme3.pdf>.
- Ball, L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

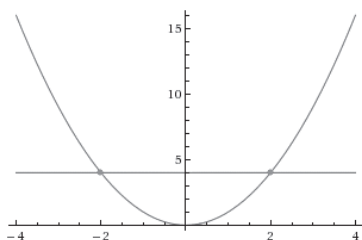
- Barbosa, Y. O. (2009). *Multisignificados de equação: uma investigação sobre as concepções de professores de matemática*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Chazan, D., Yerushalmy, M., & Leikin, R. (2008). An analytic conception of equation and teachers' views of school algebra. *The Journal of Mathematical Behavior*, 27(2), 87-100.
- Coutinho, F. A., Mortimer, E. F., & El-Hani, C. N. (2007). Construção de um perfil conceitual para o conceito biológico de vida. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(1), 115-137.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: meaning and perspective in the research process*. London: Sage.
- Doerr, H. M. (2004). Teacher's knowledge and the teaching of algebra. In K. Stacey; H. Chick & M. Kendal (Ed.). *The future of the teaching and learning of algebra: the 12th ICMI Study* (pp. 267-290). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Dorigo, M. (2010). *Investigando as concepções de equação de um grupo de alunos do ensino médio* (Dissertação de Mestrado). Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- El-Hani, C. N., & Mortimer, E. F. (2007). Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 657-702.
- El-Hani, C. N., Amaral, E. M. R., Sepulveda, C., & Mortimer, E. F. (2015). Conceptual Profiles: Theoretical-methodological Grounds and Empirical Studies. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 167, 15-22.
- Mortimer, E. F. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: mudanças de perfis conceituais*. (Tese de Doutorado), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Mortimer, E. F. (1997). Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química Nova*, 20(2), 200-207.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG.
- Mortimer, E. F., & El-Hani, C. N. (Orgs.) (2014). *Conceptual profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts*. Dordrecht: Springer.
- Mortimer, E. F., Scott, P., & El-Hani, C. N. (2009). Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. In *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-12). Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Ribeiro, A. J. (2007). *Equação e seus multisignificados no ensino de Matemática: contribuições de um estudo epistemológico* (Tese de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Ribeiro, A. J. (2013). Elaborando um perfil conceitual de equação: desdobramentos para o ensino e a aprendizagem de matemática. *Ciência & Educação*, 19(1), 55-71.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Silva, J. R. R. T. & Amaral, E. M. R. (2013) Proposta de um perfil conceitual para substância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 53-72.
- Soares, A. G., Matos, S. A., Coutinho, F. A., & Mortimer, E. F. (2007). Estudos preliminares sobre o perfil conceitual de espécie em alunos do ensino médio. In *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (vol.1, pp.1-12). Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Thames, M. H., & Ball, D. L. (2010). What mathematical knowledge does teaching require? Knowing mathematics in and for teaching. *Teaching Children Mathematics*, 17(4), 220-225.
- Vairo, A. C., & Rezende Filho, L. A. C. (2013). Perfil conceitual como tema de pesquisa e sua aplicação em conteúdo de biologia. *Revista Ensaio*, 15(1), 193-208.

Anexo

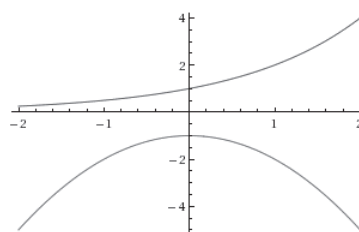
(Parte do Questionário utilizado para a Coleta de Dados)

1. O que você entende por equação?
6. Determine os valores de x para os quais a expressão $(x + 1)^2$ é igual a 4.
(Fonte: adaptada de Dorigo, 2010)
7. Sabendo que uma pessoa pesa 980 N no planeta Terra, quanto essa mesma pessoa pesa em Marte? (A aceleração da gravidade na Terra é $9,8m/s^2$ e a aceleração da gravidade em Marte é $3,7m/s^2$)
8. Você relacionaria, em cada figura, os gráficos das funções com o conceito de equação? Se sim, em quais situações e por quê? Se não, justifique sua resposta.

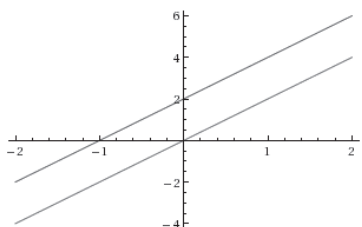
i)



ii)



iii)



iv)

