

## O estudo de Funções a partir de testes adaptativos no SIENA

*Jessica de Farias Machado<sup>1</sup>*

*Jackson Moraes Pinho<sup>2</sup>*

*Carmen Teresa Kaiber<sup>3</sup>*

### Resumo

Este artigo apresenta parte de uma pesquisa realizada no âmbito do projeto “O Ensino e a Aprendizagem de Funções no Ensino Médio: uma Investigação sob a Perspectiva do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução Matemática”. Destaca-se, aqui, a organização de um banco de questões para um teste adaptativo a ser disponibilizado na plataforma SIENA (Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem). O banco dispõe de 420 questões que envolvem o conceito de função, funções do primeiro e segundo grau, funções composta e inversa, classificação de funções em injetora, sobrejetora ou bijetora, crescimento e decrescimento, e, também a resolução de situações problemas intra e extra-matemáticos associados. Teoricamente a investigação toma como referência os aportes do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e a Instrução Matemática (EOS) no que se refere aos componentes e indicadores da Idoneidade Epistêmica e, metodologicamente, se insere em uma perspectiva qualitativa. Resultados apontam para a importância de se tomar como referência critérios teóricos para a organização e seleção de questões e, por conseguinte, de tarefas e atividades a serem desenvolvidas junto aos estudantes. No âmbito do banco de questões cadastrados no SIENA e tomando como referência os aportes do EOS foi possível identificar uma predominância de questões que envolvem situações problemas, linguagens e regras. Porém, relações e argumentos estiveram pouco presentes o que encaminhou a busca pela elaboração de questões envolvendo esses componentes.

**Palavras-chave:** Funções, SIENA, Testes Adaptativos. Enfoque Ontossemiótico.

### Introdução

O presente artigo destaca parte de uma pesquisa que tem por objetivo investigar aspectos do processo de ensino e aprendizagem de Funções na perspectiva do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução Matemática. Particularmente, apresentam-se, aqui, resultados referentes a composição de um teste adaptativo implementado no Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem<sup>4</sup> (SIENA) (GROENWALD; RUIZ, 2006), envolvendo o conceito de Função.

O estudo de Funções não é apenas importante no âmbito da própria Matemática, mas necessário para resolver situações-problema que envolvam diferentes áreas do conhecimento, estando relacionado a fenômenos estudados na Física, Química, Biologia, Medicina,

<sup>1</sup> Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq - ULBRA. [jessicaf.mchado@gmail.com](mailto:jessicaf.mchado@gmail.com).

<sup>2</sup> Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/FAPERGS – ULBRA. [jacksonmoraespinho@gmail.com](mailto:jacksonmoraespinho@gmail.com)

<sup>3</sup> Orientadora. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil. [carmen\\_kaiber@hotmail.com](mailto:carmen_kaiber@hotmail.com).

<sup>4</sup> <http://siena.ulbra.br/>

Engenharia, Administração, entre outras, sendo considerado conhecimento basilar para o desenvolvimento de cursos superiores na área científica e tecnológica. Situações que aparecem no cotidiano dos indivíduos e no mundo do trabalho, que envolvem a relação de dependência entre variáveis e requerem domínio de conhecimentos sobre Funções, também são propícias a serem estudadas, desenvolvidas e ampliadas, tais como quantidade de medicamentos na corrente sanguínea, rendimentos financeiros, consumo doméstico de energia.

Neste contexto, o trabalho aqui apresentado refere-se a uma investigação desenvolvida no âmbito do desenvolvimento do projeto “O Ensino e a Aprendizagem de Funções no Ensino Médio: uma Investigação sob a Perspectiva do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução Matemática”, colocando-se em destaque, como já apontado, ação do projeto que se refere a um trabalho a ser desenvolvido no Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem – SIENA.

Teoricamente o trabalho que está sendo desenvolvido toma como referência os aportes do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e a Instrução Matemática – EOS (GODINO, BATANERO e FONT, 2008) que é um constructo teórico que coloca em evidência diferentes aspectos que envolvem o conhecimento matemático e seus processos de ensino e aprendizagem. Se toma como foco parte desse constructo o qual é denominado Idoneidade Epistêmica, uma das seis dimensões da Idoneidade Didática. A Idoneidade Epistêmica, no contexto do EOS, se refere ao conteúdo do conhecimento posto em jogo em um processo de ensino e aprendizagem, mais especificamente se refere ao grau de representatividade dos significados institucionais implementados ou pretendidos (no caso dessa investigação aspectos do conteúdo Funções) com relação a um significado de referência. A Idoneidade Epistêmica apresenta como componentes básicos situações problemas, linguagens, regras (definições, proposições, procedimentos), argumentos e relações. Assim, seguindo os pressupostos apontados pelo autor tomou-se como referência para o início do trabalho um conjunto de situações problema, as diferentes formas de registros de representação, e os conhecimentos matemáticos envolvidos na solução das situações apresentadas.

O desenvolvimento da investigação se utilizou da plataforma SIENA, pois a mesma permite disponibilizar aos estudantes, testes adaptativos, onde o professor tem acesso a mapas individualizados de cada aluno podendo observar as dificuldades dos mesmos. Considera-se esse tipo instrumento importante e necessário pois o mesmo pode permitir direcionar, aprofundar e fortalecer o ensino e aprendizagem de um tema, no caso Funções.

O sistema permite, também, disponibilizar sequências didáticas vinculadas aos conceitos envolvidos no teste adaptativo, as quais podem ser acessadas considerando as

dificuldades apresentadas em relação a realização dos testes, o que se pretende realizar em fase posterior do projeto. Essas sequências podem se constituir, por exemplo, em atividades criadas nos *softwares* JClíc e Scratch, utilização de jogos, atividades online e vídeos (LEMOS, 2013).

Destaca-se que o presente artigo põe em foco a implementação de um banco composto por 420 questões sobre Funções disponibilizado no SIENA. Tal banco de questões foi constituído como parte do trabalho em andamento e visa criar um teste adaptativo sobre Funções.

### **O Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA)**

O Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA) é um sistema inteligente para apoio ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo qualquer (MORENO et al., 2007). Foi organizado pelo grupo de Tecnologias Educativas da Universidade de La Laguna, Espanha, juntamente com o Grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática-GECEM, da ULBRA e, conforme Groenwald e Ruiz (2006, p.26), é um sistema:

[...] capaz de comunicar informações sobre o conhecimento dos alunos em determinado tema, tem o objetivo de auxiliar no processo de recuperação de conteúdos matemáticos, utilizando a combinação de mapas conceituais e testes adaptativos.

De acordo com os autores foi utilizado no desenvolvimento do SIENA os tradicionais mapas conceituais, com algumas permutações. Assim, o SIENA apresenta o Grafo Instrucional Conceitual Pedagógico - PCIG (*Pedagogical Concept Instructional Graph*), a partir do qual é possível a planificação do ensino e da aprendizagem de um tema específico. Para elaboração do PCIG é necessário que os conceitos sejam inseridos de acordo com a ordem a serem apresentados para os alunos.

Como já destacado o SIENA permite a realização de Testes Adaptativos e, a partir dos resultados dos mesmos é gerado um mapa individualizado para cada realizador do teste. A partir destes mapas, em situações de ensino e aprendizagem, o professor pode identificar conhecimentos de domínio dos estudantes, bem como fragilidades, e elaborar materiais de apoio, os quais podem ser organizados em sequências didáticas vinculadas às dificuldades apresentadas e que são disponibilizados na própria plataforma do sistema. Pela natureza do teste proposto, cada estudante recebe um teste composto por questões diferentes das de outro estudante, e a quantidade de questões realizadas depende do desempenho de cada aluno.

Sobre Testes Adaptativos, Costa (2009) destaca que o mesmo procura encontrar um teste ideal para cada indivíduo, sendo sua proficiência estimada interativamente durante a realização do teste, sendo selecionados itens que mensurem eficientemente tal proficiência. Ainda, segundo o autor, uma das características diferenciais dos Testes Adaptativos é que cada indivíduo recebe um teste com questões diferentes e em número variado, as quais são dependentes do seu desempenho.

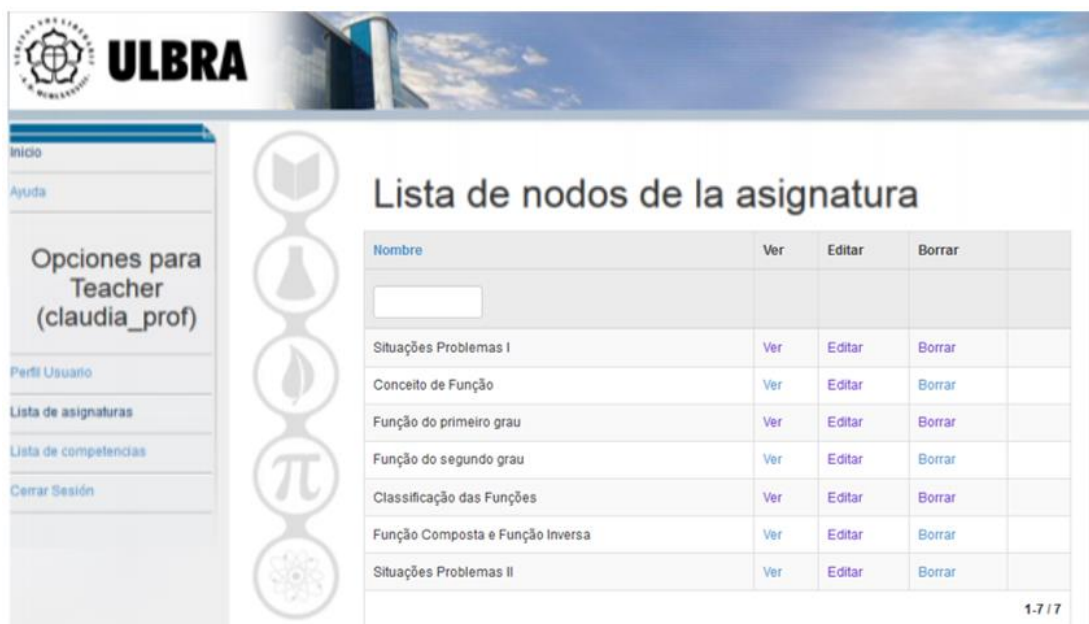
Para utilização dos Testes Adaptativos na plataforma SIENA, é necessário organizar e cadastrar perguntas que irão compor o banco de questões, com um quantitativo específico de questões pertencentes a cada nodo do grafo (conceitos que fazem parte do grafo) do PCIG. As questões que compõem estes nodos avaliam o nível do conhecimento de cada aluno perante aquele conceito, sendo elas de múltipla escolha e classificadas em três níveis, básicas, intermediárias e avançadas. É responsabilidade do organizador do teste classificar as questões, definir a que nodo pertence, indicar a resposta correta e definir o tempo que o aluno tem para responder.

Ao realizar o teste o aluno responde questões que são apresentadas de modo que a dificuldade das questões que ele recebe é definida a partir da resposta da questão anterior, logo o aluno que responde corretamente as perguntas vai progredindo no teste, caso contrário, o sistema lança questões com uma dificuldade inferior a anterior. O professor estabelece os objetivos de cada conceito (relacionado a cada nodo) e, caso o aluno não alcance o objetivo em um determinado nodo, o sistema não prossegue, sendo necessário que o estudante retome o estudo dos conceitos e procedimentos envolvidos para, então, refazer o teste. É nesse contexto que sequências didáticas, as quais auxiliem o aluno a alcançar os objetivos propostos, podem ser disponibilizadas no SIENA. Essas sequências, como já apontado, podem se constituir, por exemplo, em materiais teóricos para estudo, atividades criadas em *software* como o JClíc, Scratch, GeoGebra, utilização de jogos, atividades online e vídeos (LEMOS, 2013).

Após a realização dos testes o professor tem acesso a dois bancos de dados que mostram o desenvolvimento individual de cada aluno. No primeiro banco é possível observar quantas vezes o aluno repetiu os testes referentes a cada nodo, bem como as notas obtidas. O segundo, mostra as questões que foram lançadas para os alunos, em cada teste e quais foram respondidas corretamente.

A Figura 1 apresenta os nodos já cadastrados na plataforma SIENA referente ao trabalho com Funções, sendo eles: Situações Problemas I, Conceito de Função, Função do Primeiro Grau, Função do Segundo Grau, Classificação das Funções, Função Composta e Inversa, Situações Problemas II.

**Figura 1** – Funções - Nodos cadastrados no SIENA



The screenshot displays the SIENA platform interface. At the top left is the ULBRA logo. Below it is a sidebar with navigation options: Início, Ayuda, Opciones para Teacher (claudia\_prof), Perfil Usuario, Lista de asignaturas, Lista de competencias, and Cerrar Sesión. The main content area is titled 'Lista de nodos de la asignatura' and contains a table with the following data:

Nombre	Ver	Editar	Borrar	
<input type="text"/>				
Situações Problemas I	Ver	Editar	Borrar	
Conceito de Função	Ver	Editar	Borrar	
Função do primeiro grau	Ver	Editar	Borrar	
Função do segundo grau	Ver	Editar	Borrar	
Classificação das Funções	Ver	Editar	Borrar	
Função Composta e Função Inversa	Ver	Editar	Borrar	
Situações Problemas II	Ver	Editar	Borrar	

At the bottom right of the table, there is a page indicator: 1-7 / 7.

Fonte: <http://siena.ulbra.br/nodos/26>

Já a Figura 2, mostra exemplos de questões já cadastradas na plataforma SIENA, referente ao nodo Situações Problemas I.

**Figura 2** – Exemplos de questões cadastradas no SIENA.

Nome	Ver	Editar	Borrar
<input type="text"/>			
Uma professora realizou uma atividade com seus alunos utilizando canudos de refrigerante para montar figuras, onde cada lado foi representado por um canudo. A quantidade de canudos (C) de cada figura depende da quantidade de quadrados (Q) que formam cada figura. A estrutura de formação das figuras está representada a seguir. Que expressão fornece a quantidade de canudos em função da quantidade de quadrados de cada figura?	Ver	Editar	Borrar
Qual dos diagramas representa função de A em B?	Ver	Editar	Borrar
Andréia possuía R\$ 600,00 para fazer uma cirurgia que tinha um custo total de R\$ 3.000,00. No mês de outubro ela passou a economizar do seu salário R\$ 200,00 que será utilizado para pagar esta cirurgia. Qual a lei de formação que relaciona o tempo, em meses, com a quantia em reais?	Ver	Editar	Borrar
Ao programar uma fórmula em uma planilha de cálculo, Arthur usou $y=ax+b$ , em que a e b são números inteiros, e anotou alguns dos valores obtidos na tabela abaixo. Analisando a tabela, marque a alternativa que contém a fórmula utilizada por Arthur.	Ver	Editar	Borrar
Uma faxineira faz 12 faxinas em quatro dias, qual a lei que representa o número de faxinas feitas (f) em função dos dias (d)?	Ver	Editar	Borrar
Um pintor foi contratado para pintar a fachada do prédio do Comando da Epcar, em decorrência das comemorações do seu sexagésimo aniversário. Esse pintor cobra um valor fixo de R\$ 30,00 e mais uma quantia que depende da área pintada. A tabela seguinte indica o orçamento apresentado pelo pintor. Com base nos dados da tabela, classifique em (V) verdadeiro ou (F) falso cada item a seguir. ( ) O pintor cobra 30 reais mais 3 reais pelo metro quadrado pintado. ( ) Se foram pagos pela pintura 530 reais, então a área pintada foi de 250 m <sup>2</sup> . ( ) Pela pintura de uma área correspondente a 150 m <sup>2</sup> seria cobrado menos de 300 reais.	Ver	Editar	Borrar

Fonte: <http://siena.ulbra.br/preguntas/26>

## Sobre o Estudo de Funções

Barufi (s/d) destaca que a ideia de função foi matematicamente estabelecida em tempo considerado recente, devido as dificuldades intrínsecas e inerentes a sua formalização bastante sofisticada. Ponte (1990) aponta que foi Leibniz (1646-1716) quem utilizou primeiro o termo “função”, em 1673, somente para designar a dependência de uma curva de quantidades geométricas como as subtangentes e subnormais. Também foi Leibniz quem introduziu a terminologia de “constante”, “variável” e “parâmetro”.

Barufi (s/d) argumenta que no que se refere ao ensino e aprendizagem de Funções, não se pode ter a pretensão de alcançar rapidamente a formalização completa de um conceito que traz dentro de si um grau de dificuldade epistemológica muito grande para os alunos. Concordando-se com a autora, destaca-se que a aquisição do conceito de Função não somente necessita do desenvolvimento prévio das ideias básicas de variável, dependência, regularidade

e generalização como também de um trabalho significativo que possibilite ao estudante transitar entre a concepção de variável discreta e a atribuição de significado a variáveis que assumam valores no universo dos Reais (KAIBER, 2002).

Conceito basilar na Matemática, se constituindo em objeto de estudo do Cálculo Diferencial e Integral, o conceito de função está presente em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, na física, química, astronomia, informática, biologia, geografia, entre outras. As relações que são estabelecidas nas diversas áreas atreladas ao conceito de Função, e mesmo situações problemas mais elementares como o cálculo de um salário ou o preço pago por uma corrida de táxi, oportunizam ao estudante a possibilidade de uma aprendizagem matemática de forma contextualizada. Nesse sentido os Parâmetros Curriculares Nacionais ressaltam que:

Aprender Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação (BRASIL, 2002, p.111).

Assim, iniciar o estudo de Funções de forma contextualizada, por meio da análise de situações problemas que envolvam a relação de dependência entre duas variáveis é um caminho que permite ao estudante envolver-se com os significados que envolvem a conceitualização do objeto Função. Nesse sentido Ponte (1990) já apontava que o estudo de funções deve ter início por meio de representações numéricas, gráficas e contextualizadas, pois são mais intuitivas e de fácil visualização. Para além de uma matematização inicial intuitiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais (2002) destacam, ainda, que o estudo de funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema.

Ainda, para que o aluno se aproprie plenamente do conceito de função é necessário que ele compreenda suas múltiplas representações (tabelas, gráficos, regras verbais, regras matemáticas, modelos matemáticos), sendo que, para Menna Barreto (2008), essas múltiplas representações levam a uma compreensão mais abrangente do problema ou situação que pode estar sendo representada, assim como do conceito, desde que desenvolvidas de forma articulada.

Assim, as 420 questões organizadas para compor o Teste Adaptativo sobre Funções a ser disponibilizado no SIENA foram selecionadas pensando em situações problemas onde a relação funcional se faça presente, nas diferentes formas de representações que, articuladas, podem contribuir para a construção do conceito de Função, bem como em conceitos, regras, proposições, procedimentos, relações e argumentos pertinentes ao estabelecimento do conceito de Função, estudo das funções de 1º e 2º grau, função injetora, sobrejetora e bijetora, crescente e decrescente, bem como os conceitos de função composta e inversa, temáticas estas delimitadas para compor os Testes Adaptativos. Todo esse trabalho foi realizado a luz dos constructos teóricos do EOS, como já destacado. Assim, se criou um banco com 60 questões para cada um dos nodos estabelecidos: Situações Problemas I, Conceito de Função, Função de Primeiro Grau, Função de Segundo Grau, Classificação das Funções, Função Composta e Inversa e Situações Problemas II.

### **Aspectos Metodológicos**

Metodologicamente o trabalho está sendo conduzido sob uma perspectiva qualitativa com apoio em Bogdan e Biklen (1994), porém, dados quantitativos advindos do banco de dados do SIENA, quando da realização dos testes pelos estudantes, se constituem em elementos importantes para a produção das análises e orientação do trabalho.

Como já destacado está se apresentando, aqui, parte da investigação que se refere a constituição e cadastro no SIENA de um conjunto de questões sobre o tema Funções compondo um Teste Adaptativo disponibilizado no sistema. Assim, no que segue são detalhados os procedimentos adotados ao longo desse processo.

Para elaboração do conjunto de questões para compor os Testes Adaptativos, além de se tomar como referência os aportes teóricos do EOS, foi realizado um estudo da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) na área da Matemática, tendo como enfoque o tema Função, destacando-se aspectos do desenvolvimento da Álgebra desde o primeiro ano do Ensino Fundamental, com o objetivo de identificar os caminhos da construção do pensamento algébrico a partir que situações que envolvam padrões e generalizações.

Também foi realizado uma análise em um conjunto de livros didáticos com o intuito de verificar não só conteúdos que são abordados, mas também os caminhos adotados para essa abordagem. Foi possível identificar que, em sua maioria, os livros iniciam o estudo de Função com uma problematização inicial, onde é nitidamente possível identificar a relação de dependência entre duas variáveis (grandezas).



Após a organização das questões que foram, em grande parte, tomadas e adaptadas de livros didáticos, mas também criadas no âmbito da pesquisa, as mesmas foram classificadas nos níveis básico, intermediário e avançado como o sistema exige e, posteriormente, essas questões foram novamente analisadas frente aos componentes e indicadores da Idoneidade Epistêmica do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e a Instrução Matemática (GODINO, BATANERO e FONT, 2008), a saber: situações problemas, linguagens, regras (conceitos, proposições, procedimentos), relações e argumentações. O quadro da Figura 3, destaca os componentes e indicadores da Idoneidade Epistêmica apontados os quais foram tomados de Godino (2011).

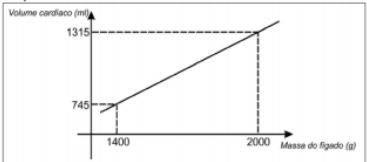
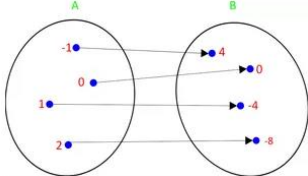
**Quadro 1** – Componentes e indicadores a Idoneidade Epistêmica

<b>Componentes</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Situações-problema</b>	- Apresenta-se uma mostra representativa e articulada de situações de contextualização, exercícios e aplicações. - Propõem-se situações de generalização de problemas (problematização).
<b>Linguagens</b>	- Uso de diferentes modos de expressão matemática (verbal, gráfica, simbólica, etc.), tratamento e conversões entre as mesmas. - Nível de linguagem adequado aos educandos a quem se dirigem. - Propõem-se situações de expressão e interpretação matemática.
<b>Regras (Definições, proposições, procedimentos)</b>	- As definições e procedimentos são claros e corretos, e estão adaptados ao nível educativo a que se dirigem. - Apresentam-se os enunciados e procedimentos fundamentais do tema para o nível educativo dado.
<b>Argumentos</b>	- Promovem-se situações com as quais o educando tenha que argumentar e justificar o pensamento matemático. - As explicações, comprovações e demonstrações são adequadas ao nível a que se dirigem.
<b>Relações</b>	- Os objetos matemáticos (problemas, definições, proposições, etc.) se relacionam e se conectam entre si. - Identificam-se as articulações dos diversos significados dos objetos que intervêm nas práticas matemáticas.

Fonte: adaptado de Godino (2011)

Destaca-se que pela natureza dos Testes Adaptativos as questões estiveram mais focadas nos componentes situações problemas, linguagens e regras (conceitos, proposições e procedimentos), tal como destacado no quadro da Figura 4 que apresenta situações problemas que encaminham o entendimento de variável, relação de dependência e o próprio conceito de função do 1º grau, as regras envolvidas e as diferentes formas de representação (algébrica, gráfica, figural, tabular).

## Quadro 2 – Conceito: Função do 1º grau

Conceito: Função do 1º grau																		
Situações que envolvem o conceito	Regras (conceitos, proposições, procedimentos)	Linguagens (representações)																
<p>- Ao se abastecer o carro no posto de gasolina, o preço a ser pago depende da quantidade de litros de combustível colocada no tanque.</p> <p>- O preço a pagar por uma corrida de taxi depende de uma tarifa fixa somado a um valor variável que depende da quantidade de quilômetros percorrido.</p>	<p>- O coeficiente angular da função do 1º grau representa a taxa de variação da função.</p> <p>- O coeficiente linear da função do 1º grau representa geometricamente a ordenada do ponto de intersecção do gráfico com o eixo y.</p> <p>- A representação gráfica de uma função do 1º grau é uma reta.</p>	<p><math>y = ax + b</math> (Representação algébrica)</p>  <p>(fonte: Cálculo Ciências Médicas e Biológicas, Editora Harbra Ltda, São Paulo, 1988 - Texto Adaptado)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Gasolina (litros)</th> <th>Preço a ser pago (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>R\$3,00</td></tr> <tr><td>2</td><td>R\$6,00</td></tr> <tr><td>3</td><td>R\$9,00</td></tr> <tr><td>4</td><td>R\$12,00</td></tr> <tr><td>5</td><td>R\$15,00</td></tr> <tr><td>6</td><td>R\$18,00</td></tr> </tbody> </table> 	Gasolina (litros)	Preço a ser pago (R\$)	0	0	1	R\$3,00	2	R\$6,00	3	R\$9,00	4	R\$12,00	5	R\$15,00	6	R\$18,00
Gasolina (litros)	Preço a ser pago (R\$)																	
0	0																	
1	R\$3,00																	
2	R\$6,00																	
3	R\$9,00																	
4	R\$12,00																	
5	R\$15,00																	
6	R\$18,00																	

Fonte: a pesquisa.

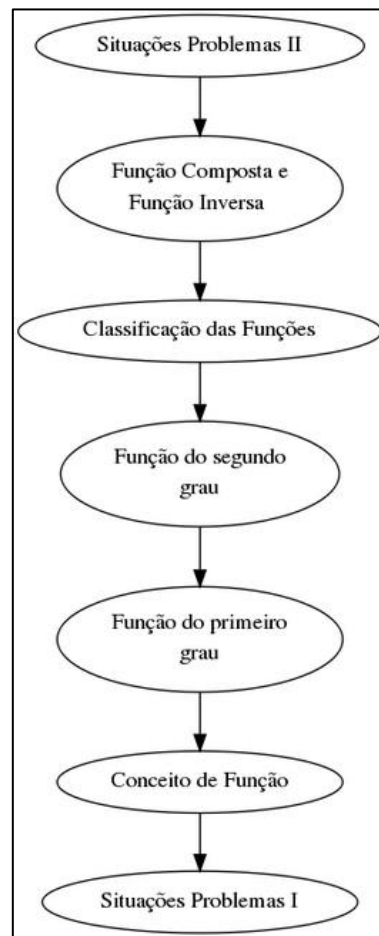
No que segue, já como resultados da pesquisa em andamento é apresentado o grafo constituído para o estudo de Funções, bem como exemplos das questões que compõem os testes adaptativos.

### Resultados e discussão

Para inclusão das questões no SIENA foi construído um grafo (Figura 5) com os conceitos básicos envolvendo Funções. Como já dito a elaboração deste grafo foi realizada considerando uma análise da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) na área da Matemática com foco em Funções e análise de livros didáticos.

O grafo criado para Funções, no âmbito da investigação envolveu sete nodos ou conceitos sendo eles: Situações Problema I; Conceito de Função; Função do Primeiro Grau; Função do Segundo Grau; Classificação das Funções; Função Composta e Função Inversa; e Situações Problemas II, conforme mostra a figura 3.

**Figura 3** – Grafo com o conteúdo de funções na plataforma SIENA.



Fonte: <http://siena.ulbra.br/mapImages/26.png>

A cada conceito deste grafo estão atreladas sessenta questões, sendo elas classificadas em básicas, intermediárias e avançadas. Nas Figuras 6, 7 e 8 destacam-se exemplos de questões referente ao tópico “Conceito de Função” classificadas nos diferentes níveis de dificuldade, básico, intermediário e avançado, respectivamente.

**Figura 4** – Questão de nível básico

Qual dos diagramas representa uma função de A em B?

I)  $A = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$  to  $B = \{-2, -1, 1, 2, 3\}$   
 II)  $A = \{-4, -2, 0, 2, 4\}$  to  $B = \{0, 8, 24, 32\}$   
 III)  $A = \{0, 1, 2, 3\}$  to  $B = \{-4, -1, 0, 1, 4, 9\}$

a) Apenas I.  
 b) I e II.  
 c) I, II e III.  
 d) Apenas II.  
 e) Apenas III.

Fonte: a pesquisa.

A questão apresentada na Figura 6 foi classificada no nível básico pois a sua resolução envolve reconhecer, por intermédio da representação de diagramas, quando que uma determinada relação se constitui uma função, ou seja, exige que o aluno compreenda que para todo e qualquer valor do domínio existe um e somente um valor do contradomínio. Ou seja, envolve apenas um conceito que, ainda, deve ser percebido a partir de uma representação figural. Já a Figura 6 destaca uma questão de nível intermediário envolvendo o domínio de uma função que envolve um quociente e função raiz.

**Figura 5** – Questão de nível intermediário.

O domínio da função  $f(x) = \frac{\sqrt{x+8}}{\sqrt{-4x-16}}$  é:

a)  $] -4, 8]$   
b)  $[ -8, -4[$   
c)  $] -8, -4]$   
d)  $[ -8, -4]$   
e)  $\mathbb{R}$

Fonte: a pesquisa.

No caso da questão apresentada na Figura 7 há mais de um conceito envolvido, como divisão por zero, condição para existência de raiz, solução de inequações, além da apresentação da resposta em termos de intervalos reais (notação), o que a coloca em uma classificação como intermediária. A Figura 8 apresenta uma questão classificada como de nível avançado.

**Figura 6** – Questão de nível avançado.

Um campo retangular está limitado por uma cerca em três de seus lados e por um rio reto no quarto lado. Sabendo que o terreno está cercado com 1000 m de cerca, expresse a área do campo retangular em função de um dos seus lados  $x$ .

a)  $A(x) = x \cdot \left[ \frac{100-x}{2} \right]$   
b)  $A(x) = x \cdot \left[ \frac{1000-x}{2} \right]$   
c)  $A(x) = x^2 \cdot \left[ \frac{100-x}{2} \right]$   
d)  $A(x) = x \cdot \left[ \frac{100-x^2}{2} \right]$   
e)  $A(x) = x \cdot [100 - x]$

Fonte: a pesquisa.

A questão posta na Figura 8 é apresentada em língua natural e as possíveis respostas são dadas em linguagem algébrica, o que aponta para uma mudança de registro. A situação apresentada refere-se a um terreno retangular e é solicitada a expressão da área em função dos lados do terreno mediante as condições apresentadas. Assim, por envolver mudança de registro

entre a situação posta e sua solução, bem como além de envolver o conceito de função envolver, também, outros conceitos (no caso conceito de área) a questão foi classificada como avançada. É possível, ainda, que uma representação intermediária, representação figural, seja feita pelo estudante na busca da solução, ou seja, o estudante representa por meio de um desenho a situação posta.

Salienta-se que questões de nível básico (Figura 6) e intermediário (Figura 7) exemplificadas envolvem somente tratamentos, ou seja, um trabalho dentro do próprio registro, enquanto que a questão de nível avançado envolve uma transformação de representação, no caso do registro língua natural para o algébrico, o que de acordo com Duval (2003) envolve um custo cognitivo maior. Destaca-se que no que se refere a linguagens esse foi um critério tomado para diferenciar questões básicas ou intermediárias e avançadas.

### **Considerações Finais**

O projeto ainda está em andamento e até o momento as 420 questões estão cadastradas no SIENA, em seus respectivos nodos e com nível de dificuldade estabelecido a partir do conceito que se encontra. As questões já passaram por dois processos de análise no próprio grupo de pesquisa, quando seu grau de dificuldade e os critérios do EOS foram novamente retomados.

Em uma próxima etapa as questões, já a partir da realização do Teste Adaptativo no SIENA, vão passar por um novo processo de análise agora junto a um grupo de professores do Ensino Médio e licenciandos em Matemática, buscando qualificar e validar as mesmas. A organização de sequências didática a serem disponibilizadas no SIENA, atreladas aos testes adaptativos é foco de outro projeto.

O trabalho até aqui desenvolvido evidenciou a importância de se estabelecer critérios didático matemáticos para a organização de um tema a ser estudado. No caso os componentes e indicadores da Idoneidade Epistêmica serviram de norteadores para a composição do banco de questões, porém, as sucessivas análises realizadas apontaram para a organização de um tipo de questão que envolve situações problemas, linguagens e regras. Relações e argumentos são pouco exploradas nas questões, em parte pela natureza do teste. Esse aspecto tem sido motivo de reflexão no grupo que busca organizar questões que envolvam mais relações e argumentos.

## Agradecimentos

Este trabalho foi possível devido ao financiamento do CNPq, por meio de bolsas IC e da FAPERGS, do edital de 2018/2019, cujo título do projeto de pesquisa é: O ensino e a Aprendizagem de Funções no Ensino Médio: Uma investigação sob a Perspectiva do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução Matemática (EOS).

## Referências

BARUFI, Maria Cristina Bonomi. **Funções elementares, equações e inequações: uma abordagem utilizando microcomputador**. São Paulo: CAEM – IME /USP, [s.d.].

BOGDAN, Roberto; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Traduzido por: Maria João Alves, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Portugal, Porto Editora Ltda, 1994.

BRASIL, Secretaria da educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza**, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, MEC, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ministério da Educação (MEC), Brasília, 2018. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

COSTA, Denise Reis. Métodos Estatísticos em Testes Adaptativos Informatizados. Dissertação apresentada ao Instituto de Matemática UFRJ (Título de Mestre em Estatística) Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: <<http://www.pg.im.ufrj.br/teses/Estatistica/Mestrado/121.pdf>> Acesso em out. 2018.

DUVAL, Reimond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D.A. (Org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. Campinas: Papirus, 2003, p.11-33.

GODINO, Juan Díaz. Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. In: XIII CIAEM – IACME. **Anais**. Recife, 2011.

GODINO, Juan Díaz; BATANERO, Carmen; FONT, Vicenç; Um enfoque onto-semiótico do conhecimento e a instrução matemática. **Acta Scientiae** - Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, v. 10, n.2, jul./dez., 2008. p. 07- 37.

GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira; RUIZ, Lorenzo Moreno. Formação de Professores de Matemática: uma proposta de ensino com novas tecnologias. **Acta Scientiae**, Canoas, v.8, n.2, jul./dez.2006.

KAIBER, Carmen Teresa. A prática da resolução de problemas no estudo de funções reais. **Anais do IV Simpósio de Educación Matemática**. Chivilcoy, Argentin, 2002.

LEMOS, Andrielly Viana. Recuperação de Conteúdos: desenvolvendo uma sequência Didática sobre Equações de 1º Grau Disponível no Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA). **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil. Canoas. 2013. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/167/160>. Acesso em out. 2018.

MENNA BARRETO, M. **Tendências atuais sobre o ensino de funções no Ensino Médio** Disponível em: [http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/midias\\_digitais\\_II/modulo\\_II/pdf/funcoes.pdf](http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/midias_digitais_II/modulo_II/pdf/funcoes.pdf) Acesso em: 30 mar. 2019.

MORENO, Lorenzo et al. Hacia um Sistema Inteligente basado em Mapas Conceptuales Evolucionados para la Automación de un Aprendizaje Significativ. Aplicación a La Enseñanza Universitaria de la Jerarquía de Memoria. In: XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de La Informática. Teruell, Espanha, julho de 2007.

PONTE, João Pedro. O conceito de função no currículo de Matemática. **Revista Educação e Matemática**, APM, Portugal, n.15, p. 3-9, 1990.