

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

MARIA CELIMAR DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM CORRETOR AUTOMÁTICO DE
EXERCÍCIOS GERADOS POR SOFTWARE MATEMÁTICO**

PORTO ALEGRE/RS

2016

MARIA CELIMAR DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM CORRETOR AUTOMÁTICO DE
EXERCÍCIOS GERADOS POR SOFTWARE MATEMÁTICO**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Cecília de Fátima Castelo Branco Rangel de Almeida

PORTO ALEGRE/RS

2016

CATALOGAÇÃO

CIP - Catalogação na Publicação

da Silva, Maria Celimar
DESENVOLVIMENTO DE UM CORRETOR AUTOMÁTICO DE
EXERCÍCIOS GERADOS POR SOFTWARE MATEMÁTICO / Maria
Celimar da Silva. -- 2016.
91 f.

Orientadora: Cecília de Fátima Castelo Branco
Rangel de Almeida.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-
RS, 2016.

1. Corretor Automático. 2. GeoGebra. I. Castelo
Branco Rangel de Almeida, Cecília de Fátima , orient.
II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARIA CELIMAR DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM CORRETOR AUTOMÁTICO DE
EXERCÍCIOS GERADOS POR SOFTWARE MATEMÁTICO**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Cecília de Fátima Castelo Branco Rangel de Almeida

Prof^ª. Dra. Cecília de Fátima Castelo Branco Rangel de Almeida - Orientadora

Prof. Dr. Edson Luiz Lindner - Relator

Prof. Dr. Ricardo José Rocha Amorim - Examinador

Prof. Dr. Josenilton Nunes Vieira - Examinador

PORTO ALEGRE/RS

2016

Dedico este trabalho, primeiro a Deus, por ter concedido, sabedoria, discernimento e perseverança para a construção deste trabalho e pelas preces atendidas nas horas de desânimo e cansaço durante esta caminhada. A Ele toda honra e glória!

AGRADECIMENTOS

Para tornar possível esse grande sonho, construir essa dissertação e concluir o Mestrado iniciei abdicando de uma grande realização, mas ficou para trás, meu objetivo maior está sendo alcançado. Deparei também com muitos obstáculos, desafios, desespero, alegrias, persistência e principalmente, anjos da guarda.

Oh queridos anjos da guarda, o que dizer de vocês? Que me ajudaram, incentivaram, ouviram minhas lamúrias, minhas ideias megalomaniacas, rezaram por mim e não veem a hora dessa menina concluir tudo.

Vou tentar nomear vocês: Minha mãe Dona Prosperina e Meu pai Seu Antônio, meu porto seguro;

Meu marido e companheiro de todas as horas Oldimar pela compreensão, apoio imensurável, carinho, paciência e dedicação;

Minhas irmãs Célia, Celma, Celione e aos demais membros da minha família, pela torcida e apoio nas horas mais difíceis;

Ao grande amigo Eduardo Igor por encontrar comigo o caminho das pedras;

Às grandes amigas Vânia Lasalvia e Cláudia Lourenço, amo vocês.

Aos grandes companheiros Rossana, Carlos Alberto, Cynara, Thaise;

À primeira turma de formandos e aos demais estudantes do curso de Gestão da Tecnologia da Informação Estudantes de GTI; Aos Estudantes do curso de Ciência da Computação da FACAPE; Aos Professores de Matemática que acolheram minha pesquisa com atenção e dedicação.

Não poderia deixar de agradecer à Prof^ª. Dra. Cecília de Fátima Castelo Branco Rangel de Almeida, que realmente me orientou.

Aos colegas do Programa de Mestrado/Doutorado que contribuíram para o meu amadurecimento e crescimento nessa jornada.

À Autarquia Educacional do Vale do São Francisco – AEVSF pelo apoio concedido.

Enfim, a todos que realmente acreditaram em mim e contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meu muito obrigada.

Não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz.

Bill Gates

RESUMO

Podemos utilizar na disciplina de Matemática vários softwares que auxiliam a construir, desconstruir, visualizar conceitos, experimentar e simular a partir da manipulação dessas ferramentas, o que instiga à concepção de ferramentas que também proporcionem facilidades aos educadores no acompanhamento do trabalho dos aprendizes. Nessa perspectiva, o objetivo geral desse trabalho é desenvolver um corretor automático de exercícios gerados por um software matemático, que apresente em tela o gabarito e o resultado com o percentual de erros e acertos, na tentativa de contribuir com uma nova possibilidade de avaliação da aprendizagem. O corretor automático objeto desse trabalho, recebeu o nome de SACAEM – Sistema de Avaliação e Correção de Atividades no Ensino de Matemática, este fará a leitura das atividades geradas pelo GeoGebra, escolhido porque além de ser um software livre, possibilita a conversão de seus resultados no formato XML – *eXtensible Markup Language* – Linguagem de Marcação Extensível. Para tanto, a pesquisa desenvolvida no presente trabalho, quanto a sua natureza, é classificada como tecnológica quanto aos seus objetivos, à pesquisa é descritiva, pois são feitas observações, análises e registros a respeito do desenvolvimento do corretor automático, quanto aos procedimentos técnicos pode ser classificada como bibliográfica e experimental, pois visa elaborar e formular novos elementos, simular eventos, fazer estudos em laboratório utilizando protótipos. Após a descrição do desenvolvimento do corretor automático proposto, detalhando sua arquitetura, os diagramas de processo de leitura, armazenamento e correção, as ferramentas utilizadas para a construção deste, bem como a modelagem do banco de dados, foram elaboradas seis atividades utilizando para realização dos testes. A eficiência do corretor automático foi medida nestas atividades e para demonstrar a aceitação do SACAEM, sete professores de Matemática responderam ao questionário de avaliação da ferramenta, deixando clara a receptividade da ferramenta por estes. O grande diferencial do SACAEM é a possibilidade da correção de atividades livremente desenvolvidas pelo aluno, sem que o professor envie um arquivo inicialmente respondido pelo professor. Além de ser uma ferramenta acessível mesmo ao professor que não possua conexão com a Internet e que pode auxiliar no árduo trabalho de corrigir questões subjetivas de Matemática, analisando as diferentes formas que os alunos têm de expressar o caminho percorrido no alcance da aprendizagem.

Palavras-chave: Matemática; Corretor automático; GeoGebra; Aprendizagem.

ABSTRACT

We can use in Mathematics various software that help build , deconstruct , visualize concepts , experiment and simulate from the handling of these tools , which instigates the design tools also provide facilities to educators in monitoring the work of apprentices. In this perspective, the aim of this study is to develop an automatic broker exercises generated by a mathematical software, to present on screen feedback and results with the percentage of trial and error in an attempt to contribute to a new possibility of assessment of learning. Automatic broker was named SACAEM - Evaluation System and Activities Correction in Teaching of Mathematics, this will read the activities generated by GeoGebra, as this enables the conversion of its results in XML format - eXtensible Markup Language - Markup Language Extensible. Therefore, the research developed in this work, as to its nature, is classified as technological as its objectives, the research is descriptive, because observations are made, analyzes and records regarding the development of the auto broker, as the technical procedures can It is classified as bibliographic and experimental. It is the description of the development of the proposed autocorrect made, detailing its architecture, the reading process diagrams, storage and correction, the tools used to build this, and database modeling. For the tests, six activities have been prepared where the autocorrect efficiency was measured and to demonstrate acceptance seven mathematics teachers answered the questionnaire assessment tool. Finally, the great advantage of SACAEM is the possibility of correction activities freely developed by the student, not the teacher send a file initially answered by the teacher. Besides being a handy tool even the teacher who does not have Internet connection and can assist in the hard work to correct subjective questions of mathematics.

Keywords: Mathematics; Autocorrect; GeoGebra; Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tela de visualização da <i>Web</i> página do Site Escola Digital	20
Figura 2 – Tela de visualização da <i>Web</i> página do <i>GeoGebra</i>	22
Figura 3 – Exemplo de atividade utilizando o <i>GeoGebra</i>	23
Figura 4 – Exemplo de arquivos com extensão (.ggb)	23
Figura 5 – Arquivos gerados após descompactação.....	24
Figura 6 – Estrutura do arquivo geogebra.xml.....	24
Figura 7 – Tela de visualização do formato XML do <i>GeoGebra</i>	25
Figura 8 – Exemplo de sintaxe com as principais <i>tags</i> (marcas) do geogebra.xml.....	27
Figura 9 – Exemplo de sintaxe com a <i>tag command</i>	27
Figura 10 – Exemplo de sintaxe com a <i>tag expression</i>	28
Figura 11 – Diagrama de leitura e armazenamento do corretor automático no SACAEM.	30
Figura 12 – Diagrama do processo de correção automática no SACAEM.	31
Figura 13 – Modelagem do banco de dados do corretor automático SACAEM.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Competências e habilidades elencadas nos PCNs	14
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 As competências gerais no aprendizado da Matemática.....	14
1.2 O ensino da Matemática e seus processos de avaliação.....	16
1.2.1 Avaliação da aquisição do aprendizado do aluno a partir da correção dos exercícios.....	17
1.3 Matemática e tecnologia: alguns avanços	18
1.4 O Software Matemático GeoGebra.....	21
1.4.1 Convertendo arquivos do GeoGebra em xml	22
1.4.2 Estudando o formato XML do GeoGebra.....	25
2 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE LEITURA, ARMAZENAMENTO E CORREÇÃO DO CORRETOR AUTOMÁTICO SACAEM	29
2.1 Modelagem do Banco de Dados do Corretor Automático SACAEM	33
3 RESULTADOS	36
3.1 Artigo 1 - SACAEM - Activities Correction and Evaluation System in Teaching of Mathematics.....	36
3.2 Artigo 2 - Avaliação de objetos de aprendizagem: um experimento prático com professores de matemática	59
4 CONCLUSÕES.....	65
4.1 Perspectivas.....	66
5 REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A inserção dos computadores na educação trouxe a possibilidade de pensarmos na construção de várias ferramentas criativas, que servem para auxiliar no processo de aprendizagem. Essa atribuição do computador como uma ferramenta educacional é bem explicada por Valente (1993) onde ressalta que o computador não mais serve como o instrumento que ensina o aprendiz, mas como uma ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo e a aprendizagem ocorre pelo fato de executar uma tarefa por meio do computador.

A área de Matemática foi contemplada com vários softwares que auxiliam a construir, desconstruir, visualizar conceitos, experimentar e simular a partir da manipulação dessas ferramentas, viabilizando a percepção do aprendizado por parte de alunos e professores.

Para essa consolidação, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs na Matemática evidenciam que:

O computador pode ser usado como elemento de apoio para o ensino (banco de dados, elementos visuais), mas também como fonte de aprendizagem e como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades. O trabalho com o computador pode ensinar o aluno a aprender com seus erros e a aprender junto com seus colegas, trocando suas produções e comparando-as (BRASIL, 1997).

Considerando o exposto pelos PCNs, consolidamos a ideia de podermos fazer uso de diversos recursos tecnológicos que possibilitem ao professor alinhar objetivos propostos às estratégias reais em sala de aula e fora dela também. Conforme Valente (1995) os professores precisam saber como usar novos equipamentos tecnológicos e softwares e também na interação do computador com as atividades da sua disciplina.

A maioria dos softwares para a educação, normalmente está centrada no aluno, o que instiga à concepção de ferramentas que também proporcionem facilidades aos educadores no acompanhamento do trabalho dos aprendizes.

Nessa perspectiva, esse trabalho apresenta o estudo feito na tentativa de se buscar uma forma automatizada de correção, onde culminou no desenvolvimento de uma ferramenta computacional que possibilite instrumentalizar a visualização do erro em atividades feitas em software matemático.

Portanto, esta pesquisa justifica-se por explorar uma área instigante a ser estudada, principalmente, quando o professor pode dispor de uma ferramenta computadorizada que o auxilie na correção e obtenção do resultado de forma imediata, sem que o mesmo deixe de

acompanhar cada aluno. Além disso, esse estudo pode fazer com que docentes de Matemática, se interessem em expandir esse estudo, adequando à sua realidade pedagógica, permitindo uma consequente extensão da aplicação do estudo.

Ressalta-se aqui a importância dessa investigação, por se tratar de uma estratégia inovadora que visa contribuir com instrumentalização da correção, obedecendo critérios que tragam resultados numéricos ou geométricos analisáveis, além de não limitar as tentativas de acerto por parte do aluno, onde, nas palavras de Zanon e Althaus (2008) se deve oportunizar aos alunos diversas possibilidades de serem avaliados e não apenas um tipo, pois isso implica em assegurar a aprendizagem de uma maneira mais consistente e fidedigna.

Dado o foco da pesquisa, este projeto se centrará no estudo do desenvolvimento de uma ferramenta automatizada de correções de atividades oriundas do *Software* Matemático GeoGebra, onde o seu diferencial, além da correção e visualização automática de erros e acertos, é a possibilidade de resolução pelo aluno de forma livre, sem que o professor tenha que enviar o arquivo com a atividade inicialmente resolvida.

1.1. As competências gerais no aprendizado da Matemática

Por vivermos em uma sociedade onde a tecnologia nos cerca e para que professores de Matemática lancem mão de princípios norteadores de sua prática, bem como os conteúdos que contemplem as características que deverão ser trabalhadas, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs direcionam e organizam o aprendizado, no Ensino Médio, das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Na tabela 1 destacamos que, dentre as competências e habilidades elencadas nos PCNs (1997) estão:

Tabela 1 – Competências e habilidades elencadas nos PCNs.

Competências e habilidades	Descrição
Representação e comunicação	Utilizar adequadamente os recursos tecnológicos como instrumentos de produção e de comunicação
Investigação e compreensão	Selecionar estratégias de resolução de problemas
Contextualização sócio-cultural	Utilizar adequadamente calculadoras e computador, reconhecendo suas limitações e potencialidades

Fonte: BRASIL, 1997

Nos Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012) encontramos uma importante abordagem sobre as Mudanças Tecnológicas e no Ensino da Matemática, principalmente sobre um novo bloco denominado, em geral, de “tratamento da informação”.

Além de abordar o surgimento de novos conteúdos curriculares que recorram às novas tecnologias:

Um primeiro ponto a mencionar é o papel que a calculadora e o computador desempenham para, entre outras possibilidades: facilitar os cálculos com números de ordem de grandeza elevada; armazenar, organizar e dar acesso a grande quantidade de informações (banco de dados); fornecer imagens visuais para conceitos matemáticos; permitir a criação de “micromundos” virtuais para a simulação de “experimentos matemáticos” (GOVERNO DE PERNAMBUCO, 2012).

Por fim, faz uma recomendação de que o a tecnologia não atua por si só, fazendo com que os estudantes aprendam Matemática, porém, amplia o trabalho do professor e o torna mais complexo, quando se amplia as possibilidades planejamento didático das atividades a serem desenvolvidas.

Aprofundando e fundamentando essa discussão, no Currículo de Matemática para o Ensino Médio do Estado de Pernambuco (2015) há algumas indicações do uso das tecnologias:

- **No eixo Estatística e Probabilidade** - Construir tabelas e gráficos de diferentes tipos (barras, colunas, setores e gráficos de linha, histograma), preferencialmente utilizando recursos tecnológicos.
- **No eixo Álgebra e Funções** - Reconhecer as transformações sofridas pelos gráficos das funções lineares, quadráticas e exponenciais em função da variação dos parâmetros, preferencialmente utilizando recursos tecnológicos.

Assim, mesmo com todas as dificuldades da compreensão sobre como utilizar as orientações curriculares para o ensino de matemática e suas tecnologias, os PCNs se apresentam como documentos norteadores e esclarecedores sobre as potencialidades na inserção de recursos tecnológicos de forma reflexiva.

1.2 O ensino da Matemática e seus processos de avaliação

Transmitir conteúdos, aplicar exercícios, corrigir, analisar como o aluno chegou ao resultado e atribuir notas são algumas das atividades constantes na prática docente. Porém, a

correção não é uma tarefa fácil, pois, como afirmam Gonçalves e Larchert (2012) a correção é um levantamento de dados, em que o professor informa ao aluno o percurso do estudo e orienta tanto a retornar quanto avançar em determinados conteúdos.

Piaget (1975) tece várias críticas quanto à forma com que o processo ensino e aprendizagem da Matemática é desencadeado nas escolas tradicionais. Dentre muitas das críticas, destacamos: a passividade dos alunos, o acúmulo de informações, a pouca experimentação, os altos índices de reprovação e a grande dificuldade dos alunos em estabelecer relações lógicas nas aulas de Matemática.

...“embora seja “moderno” o conteúdo ensinado, a maneira de o apresentar permanece às vezes arcaica do ponto de vista psicológico, enquanto fundamentada na simples transmissão de conhecimentos, mesmo que se tente adotar (e bastante precocemente, do ponto de vista da maneira de raciocinar dos alunos) uma forma axiomática.”(PIAGET, 1975:p.19)

Portanto, situações que propiciem uma reflexão e análise do seu próprio raciocínio, que esteja “fora” do objeto, nos níveis já representativos, necessitam ser valorizadas, pois, ao fazer a correção de exercícios na disciplina de matemática, alguns professores levam em consideração apenas a resposta certa.

Se os alunos cujos trabalhos ou exames você corrige não aprendem *através* ou *a partir* das correções que realiza, vale a pena revisar o tipo de informação que aquelas correções possuem. Evidentemente, se as suas correções não só informam, como também se limitam a riscar, a rasurar ou a simplesmente atribuir uma qualificação, significa que são signos que mostram que aquele exercício de avaliação não vale a pena. Quem aprende também precisa aprender com suas correções (MÉNDEZ, 2002).

O resultado produzido a partir da correção serve como fontes de informação para o professor avaliar o aprendizado e dificuldades de cada aluno. De posse destas, ele pode criar uma base para desenvolver novas estratégias e práticas, onde, defina novos instrumentos de avaliação que propiciem a construção do conhecimento matemático.

Para Valente (2008) quando se trata do uso de *software* pelo aluno, o processo de achar e corrigir o erro oportuniza de forma única, o entendimento deste sobre determinados conceitos envolvidos no problema ou relaciona-o com seu pensamento em um nível metacognitivo.

1.2.1 Avaliação Formativa - um Elemento do Processo Ensino-aprendizagem

Para Vygotsky (1984) a aprendizagem é um processo contínuo e a educação é caracterizada por saltos qualitativos de um nível de aprendizagem a outro, daí a importância das relações sociais.

De acordo com Moura (2011), o aprendizado da matemática vai além de aprender códigos e regras, implica em conhecer e transmitir o que conhece na solução de problemas cotidianos. Ele explica como se dá este processo:

Ao compreender um conceito, o sujeito se apropria de um conjunto de regras e signos que o capacita para lidar com outros conceitos, em uma rede de conhecimento que permite ir a outro nível de compreensão do conhecimento disponível em seu meio cultural (p. 52).

Já o termo “avaliação formativa” foi criado por Scriven num artigo, publicado em 1967, sobre a avaliação de meios de ensino. Começa-se então a assumir que todo o aluno é capaz de aprender, isto é, de se aproximar progressivamente da consecução dos objetivos predefinidos. O que diferencia sobretudo os alunos entre si é o ritmo com que essa aproximação acontece (SANTOS, 2008).

Na avaliação formativa reconhece-se ser de vital importância “[...] formar o aluno para a regulação de seus próprios processos de pensamento e aprendizagem [...]” (PERRENOUD, 1999, p. 112),

Ao participarem ativamente na construção de seus conhecimentos, compreendendo o que fazem e como fazem, os educandos aprendem mais e melhor (FERNANDES, 2006)

A avaliação formativa não está circunscrita apenas aos momentos formais de avaliação durante o ano letivo, mas no cotidiano da sala de aula, nos momentos das atividades de aprendizagem e de reflexão sobre essas aprendizagens (SANTOS, 2008).

Nos Parâmetros para a Educação Básica do estado de Pernambuco (2012) a avaliação integra a tríade: ensino-aprendizagem-avaliação – tendo como objetivo maior o respeito ao direito do estudante de aprender.

O estudante deve aprender com o *feedback* dado pela análise dos resultados alcançados em diferentes situações avaliativas e com diferentes instrumentos de avaliação. Os procedimentos e instrumentos de avaliação tornam-se procedimentos e instrumentos de ensino e aprendizagem. Nesse processo, a aprendizagem é algo em permanente construção, em que o “erro” identificado em quaisquer situações avaliativas é visto sempre como uma etapa natural da aprendizagem em que o estudante vai descobrindo, em interação com os colegas e o professor, o caminho da “correção” (GOVERNO DE PERNAMBUCO, 2012).

Ainda relacionado à avaliação fica enfatizado que, além do uso de provas, o professor deve lançar mão de outros recursos com finalidade avaliativa. Neste sentido, o uso de computadores e *softwares* podem ser utilizados como alguns desses recursos.

1.2.1 Avaliação da aquisição do aprendizado do aluno a partir da correção dos exercícios

Para exemplificarmos como recursos tecnológicos podem ser utilizados na correção e avaliação de conteúdos matemáticos, listamos quatro trabalhos que tratam do estudo, criação e avaliação dessas ferramentas. Bem como, salientamos que estes foram utilizados como norteadores do corretor automático, objeto de pesquisa dessa dissertação.

O primeiro, trata-se da pesquisa de Scapin (1997) descreve o desenvolvimento e análise da ferramenta *WebCourse*, que dá possibilidade de criação de avaliações do tipo fechada com gabaritos que fazia a correção automática, onde todo o processo de criação das questões era feito através de páginas HTML e de uma linguagem de descrição de provas proprietárias. Segundo o autor a ferramenta apoiava principalmente cursos à distância disponibilizados na Internet.

Como segundo trabalho norteador, temos o de Isotani e Brandão (2005) desenvolveram um algoritmo que verificava a correção de atividades feitas na ferramenta para ensino de geometria dinâmica *IGeom*, através da análise numérica dos objetos selecionados como resposta, onde a entrada do corretor se dava a partir das listas de objetos-reposta do professor e do aluno, tendo como resultados 1 (correto) ou 2 (incorreto). Para isso, o aluno deve pegar um arquivo previamente gerado pelo professor e completar a atividade.

Damos ênfase, como terceiro trabalho o de Eisenmann (2009) que programou o sistema *iComb* – Combinatória Interativa na Internet, onde, além de ser integrado como um dos módulos de aprendizagem do sistema gerenciador de cursos SAW – Sistema de Aprendizado pela *Web*, é feito o estudo de um algoritmo de detecção automática de erros. Também são apresentados experimentos didáticos com seis professores de Matemática.

Ao final, além de constatar que havia uma classe de exercícios que não poderia ser resolvido pelo sistema, o autor deixou claro que exercícios de determinados universos podem ser mais efetivos para a aprendizagem, do que outros, principalmente quando levado em conta o ambiente sócio cultural dos alunos.

O quarto trabalho aqui apresentado é de autoria de Polidoro et al. (2008), que trata do desenvolvimento e implementação de uma metodologia computacional para a geração e

correção de listas de exercícios individualizadas via *Web*, onde foi utilizada programação de *scripts* em páginas da internet e códigos computacionais implementados em linguagem C para gerar a solução das listas.

O grande diferencial deste trabalho é que, os componentes de exercícios (enunciados, informações gráficas, numéricas, etc.) podem ser agrupados em um único banco de dados e podem ser processados conforme a solicitação de cada aluno, a partir do fornecimento do seu número de registro acadêmico. Possibilita, também, a geração das respostas dos exercícios, em linha de comando, propostos em cada lista individualizada, que:

“... antes da resposta final do exercício são fornecidos, pelo aplicativo, alguns parâmetros conhecidos do problema. Uma vez que, quando atrelados a aplicativos específicos do servidor de exercícios, a resposta do exercício pode também ser enviada para o estudante, esses parâmetros podem ser utilizados para verificar se o aluno empregou os dados corretos na resolução do problema, facilitando a detecção de eventuais erros de resolução (POLIDORO et al., 2008).

Os estudos desses trabalhos acima descritos foram de grande importância, pois além de nortear a criação do corretor automático, nos mostra o quão avançado estão os estudos na criação de ferramentas tecnológicas de apoio à prática educacional.

1.3 Matemática e tecnologia: alguns avanços

A possibilidade da inserção tecnológica tanto para o ensino quanto aprendizagem da Matemática em todos os níveis educacionais, tem propiciado novas percepções e conseqüente propostas de recursos didáticos, uma vez que, fica difícil hoje imaginarmos a não inserção dos recursos computacionais na sala.

Com o intuito de encorajar e defender o poder facilitador do uso da tecnologia na absorção da Matemática por parte dos alunos, D’ambrosio (2001) já nos mostrava que:

A matemática e a tecnologia, entendida como a convergência do saber [ciência] e do fazer [técnica], são intrínsecas à busca solidária de sobreviver e de transcender. A geração do conhecimento matemático não pode, portanto, ser dissociada da tecnologia disponível (D’AMBROSIO, 2001).

De fato, quando bem utilizado, o computador proporciona uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos tidos como difíceis pelos alunos, auxiliando na resolução de situações problema, bem como na Geometria com simulações capazes de dar significância à aprendizagem.

Mendes (2009) acrescenta que o uso dos computadores no ensino da Matemática é objeto de estudo de vários grupos e que:

“... Enquanto há grupos desenvolvendo programas de instrução assistida por computadores, em que o ensino por treinamento e teste é reforçado e enfatizado, há também grupos utilizando a mesma tecnologia para desenvolver um trabalho moderno baseando-se numa perspectiva construtivista de aprendizagem. (MENDES, 2009, p. 114).

Para que esses estudos sejam realmente eficazes, tem que se levar em conta a participação do professor, pois é ele quem vai propor o uso de ferramentas informatizadas que realmente sejam capazes de criar as situações favoráveis de aprendizagem e consequente superação das dificuldades dos alunos.

Nessa perspectiva, um recurso muito utilizado para possibilitar uma interiorização de conteúdos em Matemática são os Objetos de Aprendizagem – AO, que segundo Wiley (2000) são instrumentos digitais, baseados em computador, que podem ser reutilizados várias vezes em diferentes contextos de aprendizagem e disponíveis na Internet.

No site Escola Digital*, por exemplo, podemos contar com objetos digitais de aprendizagem onde, conforme Figura 1, estão divididos por nível de ensino, temas curriculares, tipos de mídia, conectividade, acessibilidade e também por licenças de uso. Onde, dos 1178 na disciplina/modalidade Matemática, 377 foram desenvolvidos no Brasil.

Figura 1 – Tela de visualização da *Web* página do Site Escola Digital.



Fonte: <http://escoladigital.org.br/>

*<http://escoladigital.org.br/>

Tão importantes quanto os objetos de aprendizagem e largamente utilizados nas principais grandes áreas da Matemática, são os *Softwares* Matemáticos que consistem em programas computacionais utilizados para realizar, simular e ilustrar problemas matemáticos.

Essas ferramentas auxiliam no fornecimento rápido das soluções dos exercícios realizados pelo aluno, onde o professor tem um papel preponderante no alcance dos objetivos, designação dos parâmetros e sistematização da avaliação da aprendizagem.

Alguns exemplos de *Softwares* Matemáticos:

- **MathLab:** é um *software* destinado a fazer cálculos com matrizes. Os comandos do *MathLab* são muito próximos da forma como escrevemos expressões algébricas, tornando mais simples o seu uso.
- **Winplot:** é um *software* matemático de uso livre desenvolvido por Richard Parris, da *Philips Exeter Academy*, em New Hampshire. É um programa gráfico muito eficiente e versátil na plotagem de gráficos de funções (de uma ou duas variáveis) em duas dimensões (**2D**) e em três dimensões (**3D**), além de fácil utilização ele pode ser rodado em computadores menos modernos.
- **Graphmatica:** é um aplicativo que trabalha com duas dimensões, sendo capaz de representar graficamente funções de qualquer grau, funções exponenciais, logarítmicas, trigonométricas, hiperbólicas. Também é útil no Cálculo Diferencial e Integral.
- **Maple:** possui uma grande potencialidade em relação ao ensino de tópicos do Cálculo, ele oferece vários recursos como capacidade de computação algébrica, numérica e gráfica, capacidade de manipulação de fórmulas e números e uma linguagem de programação de alto nível.
- **GeoGebra:** é um *software* de matemática multiplataforma, que permite realizar construções geométricas com a utilização de pontos, retas, segmentos de reta, polígonos, assim como permite inserir funções e alterar todos esses objetos dinamicamente, após a construção estar finalizada.

Ao experimentar novos ambientes pode-se conseguir acentuadas formas de aprendizado, o professor sabe dessa importância e é progressivamente cobrado a utilizar o computador em suas aulas.

Sem dúvida, o matemático do presente tem como instrumento de trabalho toda a tecnologia disponível. É muito possível que continue o

fascínio por obter resultados com o mínimo de tecnologia disponível. Resolução de problemas geométricos com utilização apenas de régua e compasso continuarão a atrair interesse de alguns matemáticos, como aconteceu desde a antiguidade. Mas o grande desenvolvimento da matemática se dará, como foi em outros tempos, quando incorporando toda a tecnologia disponível, isto é, inserida no contexto cultural. (D'AMBROSIO, 2001).

Assim, qualquer ação que investigue possibilidades de utilização da tecnologia no fazer matemático é bem vinda. Dentre estas, podemos destacar o desenvolvimento de corretores automáticos, que vêm a auxiliar tanto o trabalho do professor que geralmente necessita corrigir um grande número de avaliações, bem como contribuir para a análise do aprendizado por parte do aluno.

1.4 O *Software* Matemático *GeoGebra*

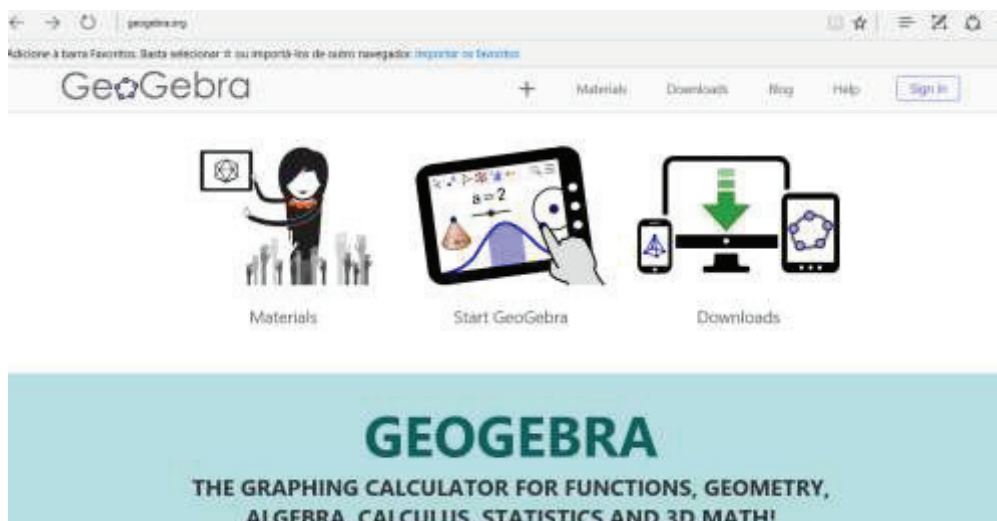
O corretor automático proposto nesse trabalho irá utilizar o *Software* Matemático *GeoGebra*, que é indicado para ser usada na matemática dinâmica destinado a professores e estudantes de todos os níveis de ensino que conjuga diferentes tipos de representações: algébrica, geométrica, numérica e mais recentemente as representações simbólica e 3D. O nome *GeoGebra* reúne GEOMETRIA, álGEBRA e cálculo (BENTO, 2010).

A escolha do *Software GeoGebra*, se deu por ser um “*Software* livre” (não pago), possuir vasta comunidade de pesquisadores e, principalmente, pela possibilidade de conversão de seus resultados no formato XML – *eXtensible Markup Language* – Linguagem de Marcação Extensível. Esta requer aplicativos que possam capturar as informações e analisar ou exibi-las de acordo (PITTS-MOULTIS, 2000).

O *GeoGebra*, como mostrado na Figura 2, pode ser baixado gratuitamente. Além disso, na Versão 5.0 que foi utilizada nos testes, dependendo do *hardware* do usuário, podem ser instaladas ferramentas tanto para *tablets*, como em *desktops*, com pequenas diferenças em termos de uso e design de interface.

Cada estilo oferece a sua própria barra de ferramentas que contém uma seleção de ferramentas e variedade de comandos, bem como funções pré-definidas e operadores que permitem criar construções dinâmicas com diferentes representações de objetos matemáticos.

Figura 2 – Tela de visualização da *Web* página do *GeoGebra*.



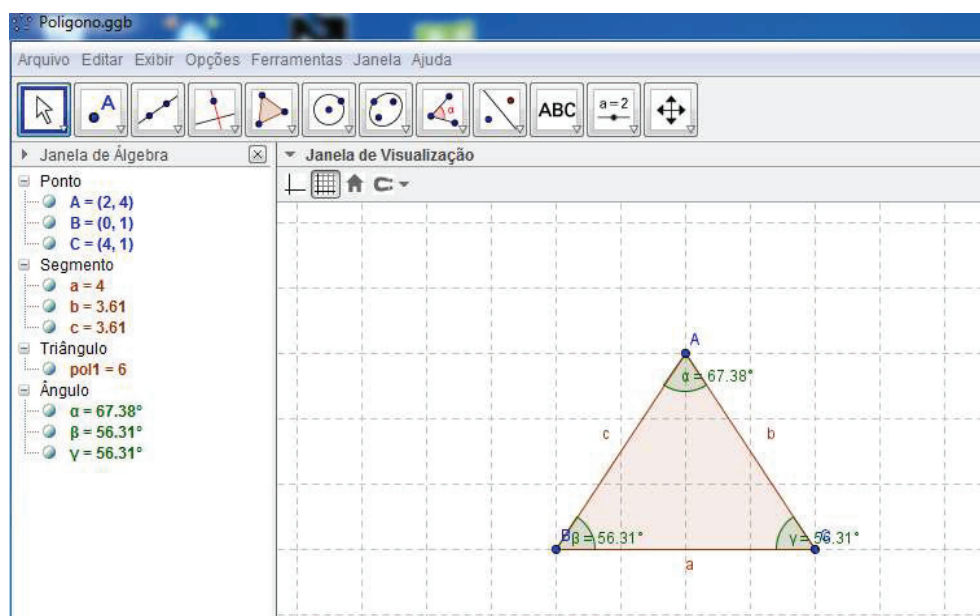
Fonte: www.geogebra.org/

1.4.1 Convertendo arquivos do *GeoGebra* em xml

Agora mostraremos como foram feitas as primeiras conversões de arquivos criados no *GeoGebra*, onde o produto destes consistem em figuras, gráficos, animações em arquivos de texto no formato (.ggb) para o formato (.xml).

Inicialmente, como mostra a Figura 3, foram desenvolvidas atividades utilizando o *Software Matemático GeoGebra*.

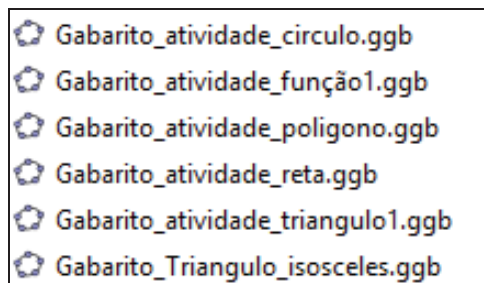
Figura 3 – Exemplo de atividade utilizando o *GeoGebra*.



Fonte: A autora.

Após gravado, o arquivo com a atividade recebe a extensão (.ggb), como representado na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de arquivos com extensão (.ggb).



Fonte: A autora.


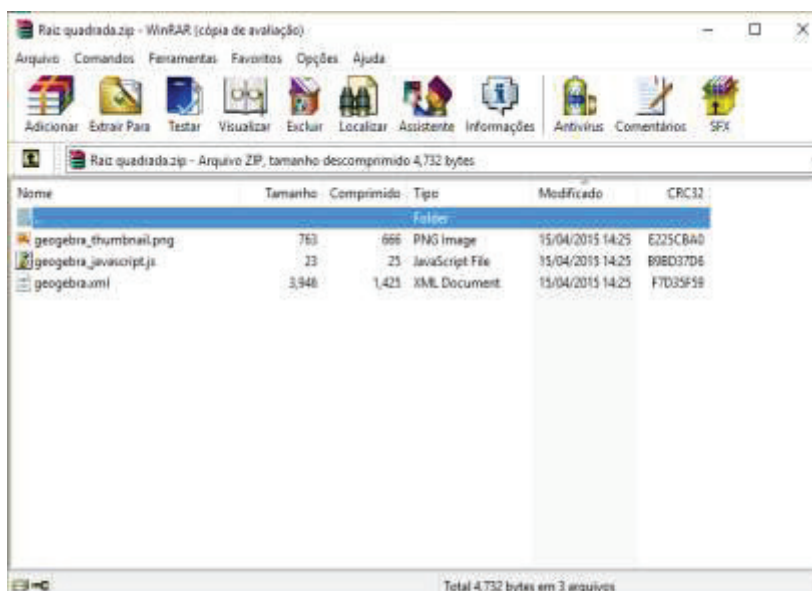
Posteriormente compacta-se o arquivo com a extensão (.zip.)  Poligono.zip . Quando descompactado, o que antes era só um arquivo com extensão (.ggb) transforma-se em três arquivos, conforme mostramos na Figura 5, onde encontraremos um arquivo geogebra.xml que contém a estrutura em formato de texto, um arquivo geogebra_javascript.js contendo uma função e um arquivo geogebra_thumbnail.png que contém a imagem da tela do GeoGebra com a atividade original.

Figura 5 – Arquivos gerados após descompactação.



Fonte: A autora.

Para ler o arquivo geogebra.xml, utilizamos o navegador MSInternet Explorer. A Figura 6 mostra o arquivo geogebra.xml após aberto com a estrutura que será lida.

Figura 6 – Estrutura do arquivo geogebra.xml.



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <geogebra xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns=""
xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://www.geogebra.org/ggb.xsd" id="fe66a615-c97a-
4206-9414-df06277a7db1" version="5.0.50.0" format="5.0">
- <gui>
  <window height="776" width="1296"/>
  - <perspectives>
    - <perspective id="tmp">
      - <panes>
        - <pane orientation="1" divider="0.15432098765432098" location=""/>
      </panes>
      - <views>
        <view id="4097" location="1,1,1" window="100,100,700,550" size="400"
stylebar="true" inframe="true" visible="false"/>
        <view id="512" location="1,1,1" window="100,100,600,400" size="500"
stylebar="false" inframe="false" visible="false" toolbar="0 | 1 501 5 19, 67 |
2 15 45 18, 7 37 | 514 3 9, 13 44, 47 | 16 | 551 550 11, 22, 23, 55 56
57, 12 | 69 | 510 511, 512 513 | 533 531, 534 532, 522 523, 537 536,
535 | 521 520 | 36, 38 49 560 | 571 30 29 570 31 33 | 17 | 540 40 41
42, 27 28 35, 6, 502"/>
        <view id="4" location="1,1" window="100,100,600,400" size="300"
stylebar="false" inframe="false" visible="false" toolbar="0 | 2020, 2021,
2022, 66 || 2001, 2003, 2002, 2004, 2005 || 2040, 2041, 2042,
2044, 2043"/>
        <view id="8" location="1,3" window="100,100,600,400" size="300"
stylebar="false" inframe="false" visible="false" toolbar="1001 | 1002 | 1003
|| 1005 | 1004 || 1006 | 1007 | 1010 || 1008 1009 || 66 68 || 6"/>
        <view id="1" location="1" window="100,100,600,400" size="1064"
stylebar="true" inframe="false" visible="true"/>
        <view id="2" location="3" window="100,100,250,400" size="200"
stylebar="false" inframe="false" visible="true"/>
        <view id="545" location="54" window="50,50,500,500" size="1450" stylebar="false"/>
      </views>
    </perspective>
  </perspectives>
</gui>
</geogebra>
```

Fonte: A autora.

Após fazermos a análise do arquivo xml contendo o caminho seguido para a resolução da atividade, partimos para o estudo da construção do corretor automático.

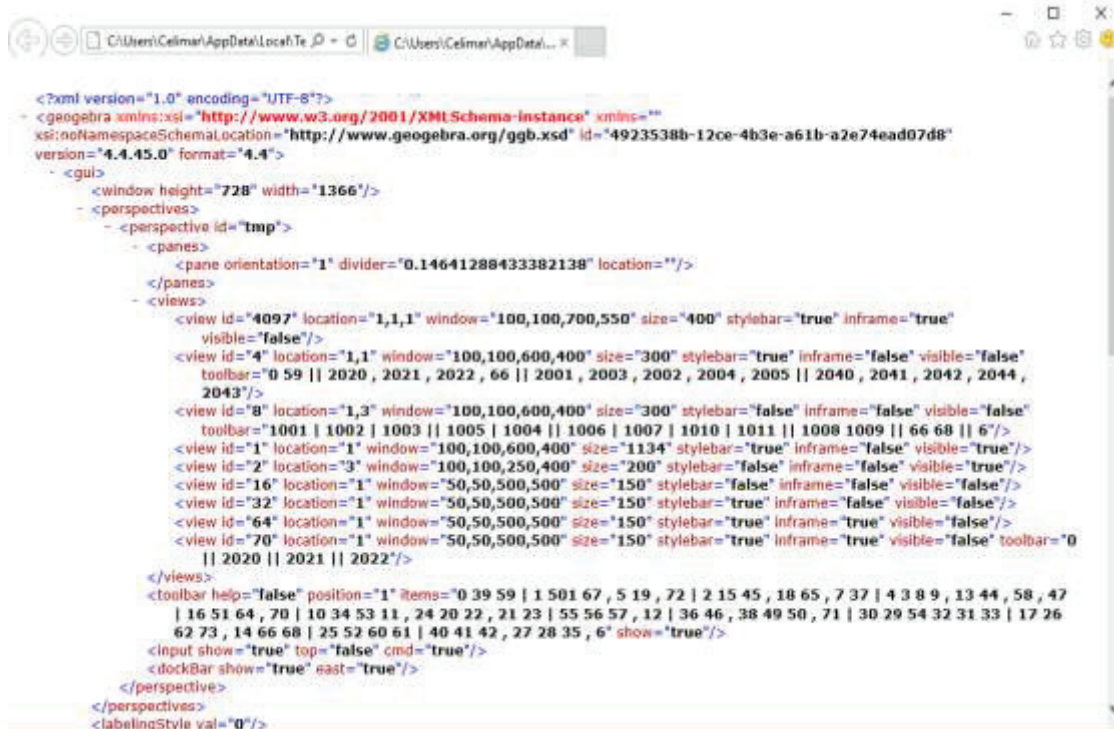
1.4.2 Estudando o formato XML do *GeoGebra*

Para que fosse possível a correção dos arquivos, foi imprescindível estudarmos a estrutura do *Software Matemático GeoGebra*.

O formato XML *GeoGebra* tem duas variantes: uma para *GeoGebra* Planilha arquivos (.ggb) e outros para arquivos Ferramenta *GeoGebra* (.ggt). Estes são definidos pelo esquema XML <http://geogebra.org/ggb.xsd> e <http://geogebra.org/ggt.xsd> respectivamente. Os elementos de raiz, tanto *geogebra.xml* e *geogebra_macro.xml* são chamados *GeoGebra* e seu único atributo é a versão (GEOGEBRA, 2014).

Para usuários que gostariam de programar construções no *GeoGebra*, o manual do *Software*, como mostra a Figura 7, possui um referencial que contém toda a estrutura do formato XML deste.

Figura 7 – Tela de visualização do formato XML do *GeoGebra*.



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<geogebra xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns=""
xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://www.geogebra.org/ggb.xsd" id="4923538b-12ce-4b3e-a61b-a2e74ead07d8"
version="4.4.45.0" format="4.4">
  <gui>
    <window height="728" width="1366"/>
    <perspectives>
      <perspective id="tmp">
        <panes>
          <pane orientation="1" divider="0.14641288433382138" location=""/>
        </panes>
        <views>
          <view id="4097" location="1,1,1" window="100,100,700,550" size="400" stylebar="true" inframe="true"
visible="false"/>
          <view id="4" location="1,1" window="100,100,600,400" size="300" stylebar="true" inframe="false" visible="false"
toolbar="0 59 || 2020, 2021, 2022, 66 || 2001, 2003, 2002, 2004, 2005 || 2040, 2041, 2042, 2044,
2043"/>
          <view id="8" location="1,3" window="100,100,600,400" size="300" stylebar="false" inframe="false" visible="false"
toolbar="1001 | 1002 | 1003 || 1005 | 1004 || 1006 | 1007 | 1010 | 1011 || 1008 1009 || 66 68 || 6"/>
          <view id="1" location="1" window="100,100,600,400" size="1134" stylebar="true" inframe="false" visible="true"/>
          <view id="2" location="3" window="100,100,250,400" size="200" stylebar="false" inframe="false" visible="true"/>
          <view id="16" location="1" window="50,50,500,500" size="150" stylebar="false" inframe="false" visible="false"/>
          <view id="32" location="1" window="50,50,500,500" size="150" stylebar="true" inframe="false" visible="false"/>
          <view id="64" location="1" window="50,50,500,500" size="150" stylebar="true" inframe="true" visible="false"/>
          <view id="70" location="1" window="50,50,500,500" size="150" stylebar="true" inframe="true" visible="false" toolbar="0
|| 2020 || 2021 || 2022"/>
        </views>
        <toolbar help="false" position="1" items="0 39 59 | 1 501 67, 5 19, 72 | 2 15 45, 18 65, 7 37 | 4 3 8 9, 13 44, 58, 47
| 16 51 64, 70 | 10 34 53 11, 24 20 22, 21 23 | 55 56 57, 12 | 36 46, 38 49 50, 71 | 30 29 54 32 31 33 | 17 26
62 73, 14 66 68 | 25 52 60 61 | 40 41 42, 27 28 35, 6" show="true"/>
        <input show="true" top="false" cmd="true"/>
        <dockBar show="true" east="true"/>
      </perspective>
    </perspectives>
    <labelingStyle val="0"/>
  </gui>
</geogebra>
```

Fonte: <http://www.geogebra.org/manual/en/Reference:XML>

Conforme Hohenwarter (2007) com os seguintes métodos, podemos definir qualquer objeto numa construção, que se refere ao conteúdo usado para construir a atividade:

evalXML(string xml): Avalia a string[†] fornecida e modifica a construção atual e a construção não é apagada antes da avaliação da string XML.

setXML(string xml) : Avalia a string fornecida e modifica a construção atual, sendo que a construção é apagada antes da avaliação da string XML.

getXML(): Retorna a construção atual sob a forma de uma string em formato XML do GeoGebra. Este método pode ser utilizado para gravar construções.

Bezerra (2007) brevemente define que, o XML é uma metalinguagem, ou seja, uma linguagem que permite definir novas linguagens através da criação customizada de marcações. Uma linguagem de marcação de texto possui um conjunto de marcadores (também conhecidos como *tags*) que são utilizados para atribuir determinadas características a uma informação.

O XML independe de plataforma, pois o conteúdo de um documento em XML é texto plano que pode ser visualizado com um simples editor de textos.

[†] É uma sequência de caracteres, geralmente utilizada para representar palavras, frases ou textos de um programa. Quando expressos através de variáveis, o conteúdo da cadeia geralmente pode ser alterado pela da inclusão/exclusão de elementos ou pela da substituição de seus elementos por outros elementos, formando uma nova cadeia.

De acordo com Pitts-Moultis (2000) as *tags* (marcas ou instruções), são envolvidas por `< >`, para iniciarmos um item de um documento podemos usar ``, porém precisamos indicar onde desejamos que o processo fosse finalizado, para isso utilizamos uma barra, colocada diretamente após o primeiro `<` (``).

O `geogebra.xml`, conforme Figura 8, possui a *tag* `<construction>` que se refere ao conteúdo usado para construir a atividade, ela é composta basicamente pelas seguintes *tags*: `<element>`, `<command>` e `<expression>`.

Figura 8 – Exemplo de sintaxe com as principais *tags* (marcas) do `geogebra.xml`.

```
<construction title="Construction Title" author="Me" date="1.12.2003">
<worksheetText above="some text" below="some other text"/>  <!-- the <worksheetText> tag
<element type="point" label="P"> ... </element>  <!-- the <element> tag
<command name="Intersect"> ... </command>  <!-- the <command> tag
<expression label="T" exp="A + 1/2 (B-A)"/>  <!-- the <expression> tag
</construction>
```

Fonte: <http://www.geogebra.org/>

No XML, um elemento (*tag element*) é algo que descreve um dado, ele especifica como manipular os dados contidos entre as marcas de início e fim.

Os atributos explicam como os elementos funcionam. São basicamente simples fontes de informação adicionais sobre um elemento (PITTS-MOULTIS, 2000).

Através de comandos (*tags command*), exemplificados na Figura 9, podemos produzir ou modificar objetos existentes e estes são classificados em relação ao seu campo de aplicação.

Figura 9 – Exemplo de sintaxe com a *tag command*.

```
<command name="Intersect">  
  <input a0="e11" a1="hyp"/>  
  <output a0="K" a1="L" a2="" a3=""/>  
</command>
```

Fonte: <http://www.geogebra.org/>

A *tag command* recebe como entrada (*input*) uma lista de atributos, que faz referência aos elementos contidos na estrutura da construção ou possui um valor gerado por algum comando e tem como saída (*output*) uma lista que faz referência aos elementos. O atributo *name* indica o tipo de comando que foi utilizado pelo usuário.

Podemos usar expressões (*tag expression*), exemplificado da Figura 10, para definir valores de atributo com base em valores no dicionário de dados.

Figura 10 – Exemplo de sintaxe com a *tag expression*.

```
<expression label="T" exp="A + 1/2 (B-A)" type="point"/>
```

Fonte: <http://www.geogebra.org/>

A *tag expression* em seu atributo *label* faz referência a um *elemento* contido na estrutura, o atributo *exp* que contem a expressão em si, seja a que o usuário digitou na caixa reservada para *expression* ou mesmo um comando de texto. Ressaltamos também que alguns tipos de elementos compartilham as mesmas *tags*.

Com base nas pesquisas e testes feitos, visando contribuir com uma nova possibilidade de automatizar as correções de atividades de Matemática, está sendo proposto como objetivo geral, desenvolver um corretor automático de exercícios gerados por um software matemático, que apresente em tela o gabarito e o resultado com o percentual de erros e acertos, na tentativa de contribuir com uma nova possibilidade de avaliação da aprendizagem.

Para que se alcance o objetivo proposto, definimos os seguintes escopos específicos:

- Apresentar avanços do uso da tecnologia na Matemática, bem como pesquisar formas automatizadas de correção de exercícios;
- Fazer uma análise da estrutura do *Software Matemático GeoGebra*, buscando possibilidades de conversão e leitura dos dados gerados

através das atividades; c) Descrever o corretor automático SACAEM, com suas respectivas modelagens de processos e de banco de dados; d) Apresentar os testes, validação resultados e dificuldades encontradas no desenvolvimento do corretor automático; e) Descrever a avaliação do *software* entre professores de Matemática levantando dados sobre a receptividade da ferramenta e possíveis dificuldades.

2 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE LEITURA, ARMAZENAMENTO E CORREÇÃO DO CORRETOR AUTOMÁTICO SACAEM

Para o desenvolvimento do corretor foram utilizadas a linguagem de script PHP e banco de dados *MySQL*

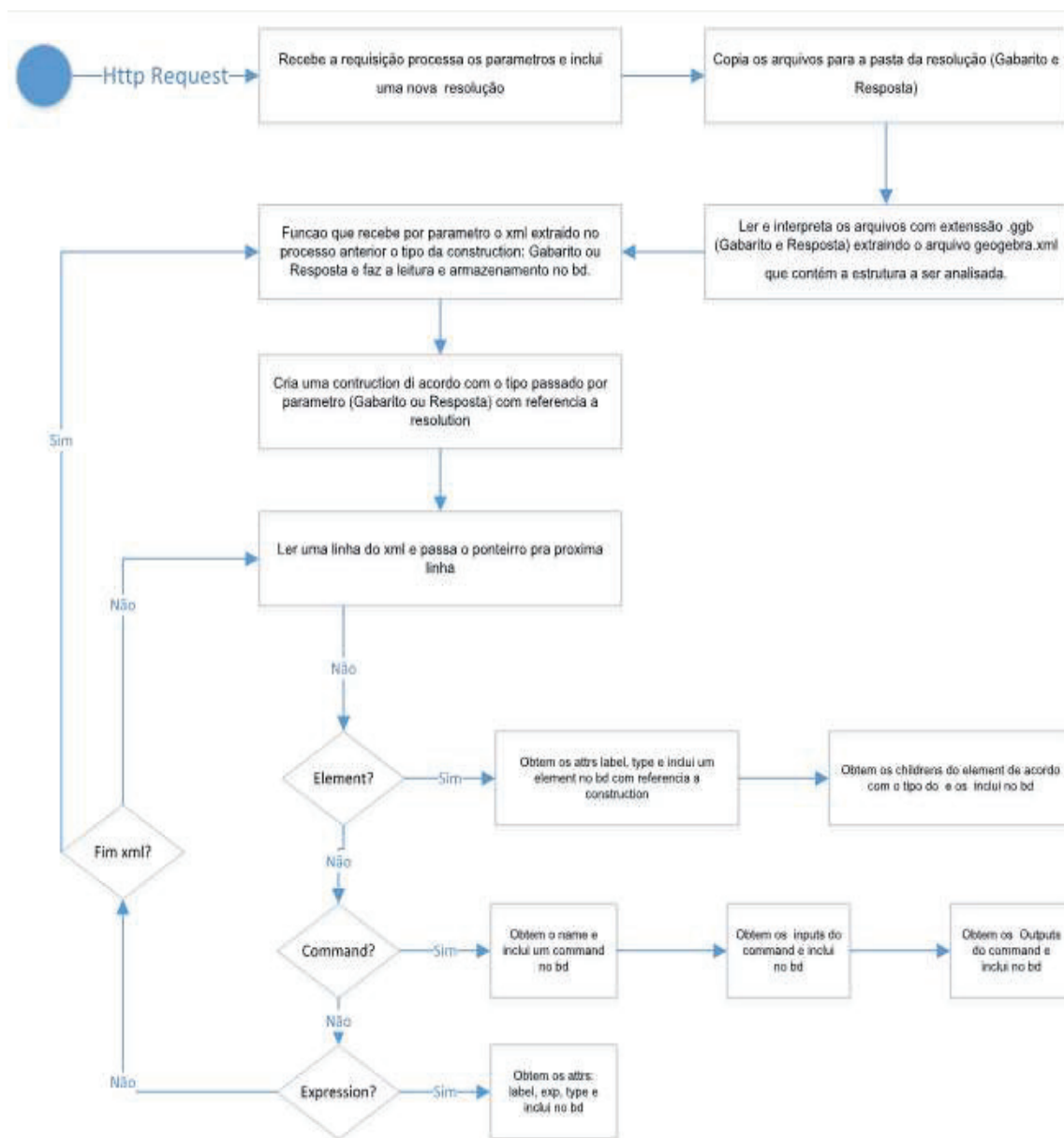
A linguagem de programação PHP que significa "*PHP: Hypertext Preprocessor*" possui ampla utilização, é especialmente interessante para desenvolvimento de aplicações web e pode ser mesclada dentro do código HTML (ACHOUR, 2015). Além disso, é uma linguagem open source de uso geral, muito utilizada e adequada para o desenvolvimento web, que permite a manipulação de arquivos XML e que também se integra a quase todos os bancos de dados usados na atualidade.

Para o banco de dados foi utilizado o *MySQL Workbench*, que é uma ferramenta gráfica para trabalhar com servidores e bancos de dados, além de ser um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language* - Linguagem de Consulta Estruturada) como interface, é atualmente um dos bancos de dados mais populares.

Para os diagramas de leitura e armazenamento e correção apresentados neste trabalho, utilizamos o *Microsoft Visio* que é um aplicativo que gera diagramas de diversos tipos, como organogramas, fluxogramas, modelagem de dados, diagramas de redes, plantas baixas, cartazes, entre outros. A principal vantagem de utilizar tal aplicativo é a possibilidade de criar diagramas técnicos e profissionais, além de que sua interface é consideravelmente simples permitindo fácil manuseio.

Na Figura 11 temos o diagrama que representa a leitura e armazenamento tanto do gabarito elaborado pelo professor, quanto à resolução do aluno.

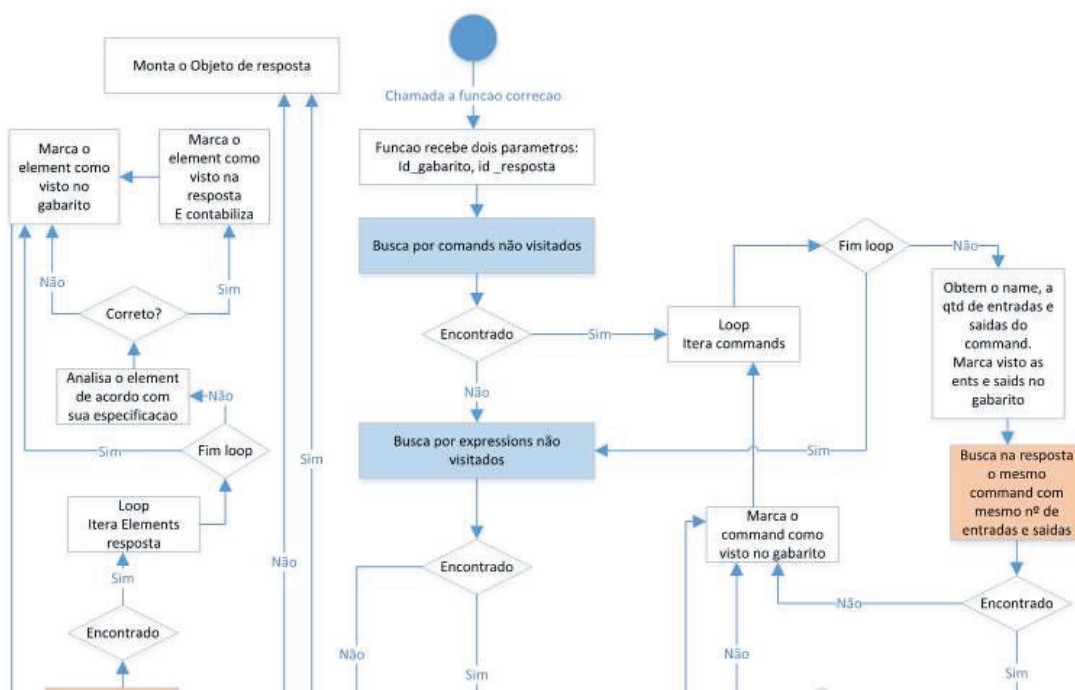
Figura 11 – Diagrama de leitura e armazenamento do corretor automático no SACAEM.



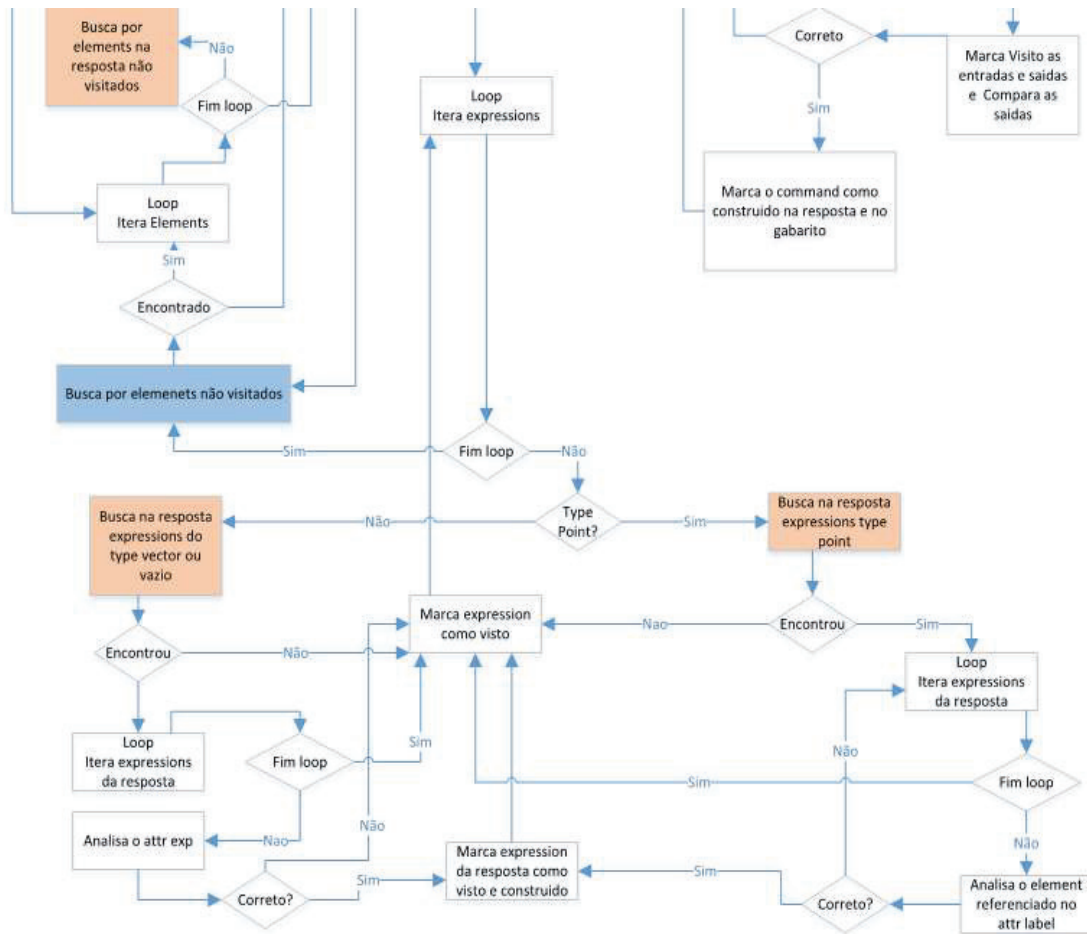
Fonte: a autora.

Após o recebimento do parâmetro identificador do gabarito, o algoritmo de correção faz uma busca pela *tagcommand*, caso encontre, é feita a iteração[‡] e a partir desta, obtêm-se o nome e quantidade de entradas e saídas, como demonstrado na Figura 12, que apresenta o diagrama do processo de correção automática, onde podemos acompanhar que a função correção recebe dois parâmetros identificadores do gabarito e da resposta.

Figura 12 – Diagrama do processo de correção automática no SACAEM.



[‡]Iteração é o processo chamado na programação de repetição de uma ou mais ações.



Fonte: a autora.

Posteriormente busca-se na resposta do aluno a mesma *tag*, se encontrada é feita a comparação entre as saídas, estando corretas marca-se *command* como construída tanto no gabarito quanto na resposta.

Caso não encontre a *tag command*, o processo segue e busca-se por *expressions* não visitados, se encontrada é feito um *loop*, ou seja, percorre e repete um significativo número de vezes até que sejam alcançadas as condições desejadas, faz-se a iteração em *expressions* e caso seja positivo, busca-se pelo atributo *type*, que pode ser *point* ou *vector* e busca na resposta uma *expression* que seja do mesmo tipo, caso seja *vector* compara-se o atributo *exp* e se for *point* faz-se a comparação do elemento referenciado no atributo *label*. Se for entendida como correta a comparação então marca-se a *expression* como construída.

A seguir, busca-se pela *tag elements* não visitados, se encontrá-la itera-se *elements*, marca-se como visto no gabarito e na resposta do aluno, posteriormente faz-se a comparação e se for igual ao gabarito, marca-se como construída, senão continua o loop. Por fim, é feita a montagem do objeto resposta.

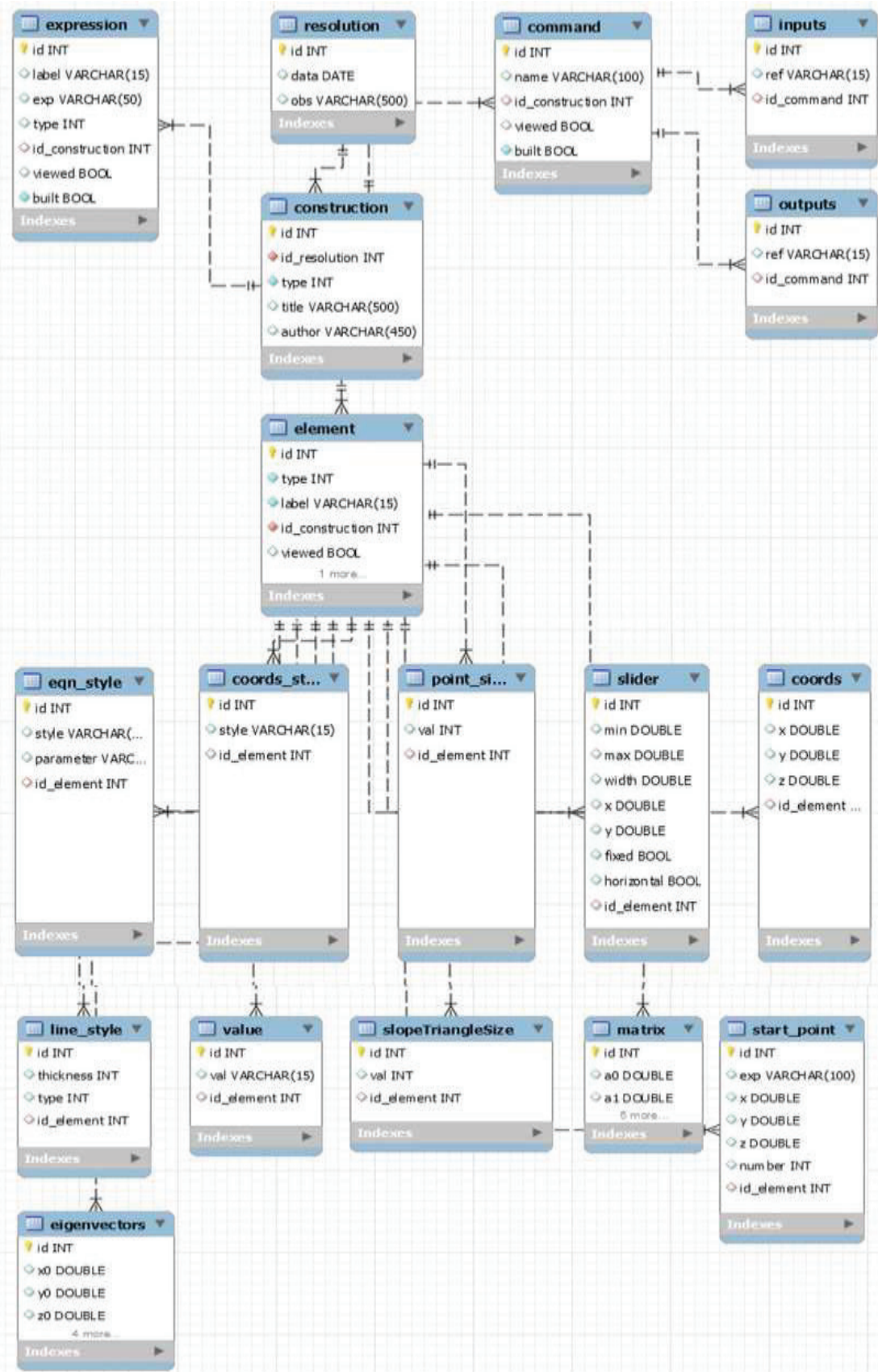
2.1. Modelagem do Banco de Dados do Corretor Automático SACAEM

A modelagem de dados é uma técnica usada para a especificação das regras de negócios e as estruturas de dados de um banco de dados, em que modelar dados consiste em desenhar o sistema, concentrando-se nas entidades lógicas e nas dependências lógicas entre essas entidades.

Justificamos o uso do banco de dados, pois, com ele podemos ler e armazenar de forma rápida o arquivo, bem como tirá-lo da memória para depois passar o algoritmo de correção, no intuito de agilizar o processo que utiliza uma quantidade significativa de dados a serem analisados.

O modelo utilizado como mostra a Figura 13 foi o de Entidade Relacionamento (MER). De acordo com Silberschatz (2006), o MER tem por base a percepção de que o mundoreal é formado por um conjunto de objetos chamados entidades e pelo conjunto dos relacionamentos entre esses objetos.

Figura 13 – Modelagem do banco de dados do corretor automático SACAEM



Fonte: a autora.

O grau de relacionamento entre duas entidades é definido pelo número de ocorrências entre ambas. Na verdade, existem três noções básicas empregadas pelo MER: conjunto de entidades, conjunto de relacionamentos e conjunto de atributos.

- **Entidade** - é um conjunto de objetos do mundo real sobre os quais se deseja manter informações no banco de dados, pode representar objetos concretos e abstratos;
- **Relacionamentos** - é uma associação entre entidades, eles são descritos em três tipos de termos que são: grau, conectividade e existência;
- **Atributos** - é um dado que é associado a cada ocorrência de uma entidade ou de um relacionamento.

A partir da modelagem do banco de dados, podemos demonstrar todos os relacionamentos existentes entre as tabelas, bem como entender a estruturação da ferramenta em termos de leitura e armazenamento das informações. Além das tabelas, foram também construídos procedimentos visando realizar o processamento das informações.

Cada vez que o processo de correção for iniciado, será criada uma *resolution*, esta tabela foi criada para atender ao processo de correção unindo o gabarito a resposta.

A tabela *element* não existe na estrutura fixa do Geogebra.xml, ela foi acrescentada para fazer referência aos elementos construídos.

Dependendo do comando podemos ter vários *inputs* e *outputs*, que são tabelas que possuem atributos e variam de acordo com o comando utilizado.

3 RESULTADOS

3.1 Artigo 1 - Intitulado “**SACAEM - Activities Correction and Evaluation System in Teaching of Mathematics**”, contempla os objetivos desta dissertação e foi submetido à

Revista BOLEMA: Boletim de Educação Matemática. Essa revista científica é editada pelo Programa de Pós Graduação em Educação Matemática – IGCE – UNESP e classificada como A1 na área de Ensino. A formatação do manuscrito está de acordo com as normas da revista.

SACAEM - Activity Correction and Evaluation System in Teaching of Mathematics

SACAEM - Sistema de Avaliação e Correção de Atividades no Ensino de Matemática

Maria Celimar da Silva*

Cecília de Fátima Castelo Branco Rangel de Almeida**

Abstract

In this article we describe the attempt to contribute to the instrumentalization of subjective-question correction in mathematics, which does not limit the accuracy of tries by the student. In this perspective, the aim of this study is to develop an autocorrect for activities generated by a mathematical software, to present on screen feedback and results with the percentage of mistakes and successes in an attempt to contribute to a new possibility of learning evaluation. GeoGebra, a mathematical software, was chosen to generate activities and, the research developed in this work, as to its nature, is classified as technological as its objectives, the research is descriptive, as the technical procedures can be classified it is also classified as bibliographic and experimental because it aims to simulate events, do laboratory studies using prototypes. The efficiency and limitations of the autocorrect were measured in real activities and to demonstrate acceptance of SACAEM seven mathematics teachers answered the questionnaire evaluation tool, making clear the receptivity of the autocorrect by them.

Keywords: Autocorrect. Mathematics. GeoGebra. SACAEM. Learning evaluation.

Resumo

Neste artigo descrevemos a tentativa de contribuir com a instrumentalização da correção de questões subjetivas em Matemática, que não limitem as tentativas de acerto por parte do aluno. Nessa perspectiva, o objetivo geral desse trabalho é desenvolver um corretor automático o SACAEM – Sistema de Avaliação e Correção de Atividades no Ensino de Matemática, onde atividades geradas por um *software* matemático, GeoGebra, que apresente em tela o gabarito e o resultado com o percentual de erros e acertos, na tentativa de contribuir com uma nova possibilidade de avaliação da aprendizagem. O *software* matemático GeoGebra foi escolhido para geração das atividades sendo que, a pesquisa desenvolvida no presente trabalho, quanto a sua natureza, é classificada como tecnológica quanto aos seus objetivos, a pesquisa é descritiva, quanto aos procedimentos técnicos pode ser classificada como bibliográfica e experimental, pois visa simular eventos, fazer estudos em

* Master's Degree in Science Education: Chemistry of Life and Health at Federal University of Rio Grande do Sul – UFRGS, Assistant Professor at Autarquia Educacional do Vale do São Francisco – AEVSF, Petrolina, Pernambuco, Brasil. Mailing address: Rua Vasco da Gama, 50, Apartamento 204, Centro, CEP: 56304-480, Petrolina/PE, Brasil. e-mail: celimar.silva@facape.br

** PhD in Pharmaceutical Sciences at Federal University of Pernambuco (2009). Professor and Course Coordinator of Biological Sciences Degree at Centro de Ensino Superior do Vale do São Francisco (CESVASF)

laboratório utilizando protótipos. A eficiência e limitações do corretor automático foram medidas sem atividades reais e para demonstrar a aceitação do SACAEM, sete professores de Matemática responderam ao questionário de avaliação da ferramenta, deixando clara a receptividade do corretor automático por estes.

Palavras-chave: Corretor automático. Matemática. GeoGebra. SACAEM. Avaliação da aprendizagem.

1 Introduction

The mathematics subject is awarded the development of various software that helps build, deconstruct, visualise concepts, experiment and simulate from the handling of these learning tools, enabling the perception of learning by students and teachers. For consolidation, the National Curriculum Parameters - NCPs in mathematics show that:

The computer can be used as a support element for teaching (database, visual elements), but also as a source of learning and as a tool for developing skills. Working with the computer can teach the student to learn from their mistakes and learn along with their peers, exchanging their productions and comparing them (BRASIL, 1997, p. 31).

Most software for education is usually focused on the student, which instigates the design tools that provide facilities to the educators in monitoring the work of their learners.

In perspective, to contribute with a new ability to automate the activity corrections in teaching of mathematics by the teacher, an autocorrect was developed, called by SACAEM - Activity Correction and Evaluation System in Teaching of Mathematics, which consists of a computational tool developed with the purpose of correcting activities, generated by mathematical software, GeoGebra. In the correction process, SACAEM presents a feedback and results on screen with the percentage of mistakes and successes in an attempt to contribute to a new possibility of student's learning evaluation in mathematics. Allowing mathematics teachers suited it to their educational reality as well enabling a consequent extension of the application of the study.

2 Methodological procedures

The research developed in this work, as to its nature, is classified as technological which, according to Souza et al. (2013), is a kind of applied scientific research, only aimed at the realization of a product prototype, process, pilot plant or the study of feasibility.

As for its objectives, the research is descriptive because observations are made, analyzes and records regarding the autocorrect development and, in terms of the technical procedures, it can be classified as literature, which is characterized by the systematic search for knowledge on the subject and, explain what different authors have discussed, proposed or

performed and as experimental, it aims to develop and formulate new elements, simulating events, do laboratory studies as well as studies with prototypes.

2.1 Tools for the autocorrect’s development – SACAEM

The PHP programming language, that stands for Hypertext Preprocessor, has extensive use and it is especially interesting for web application development and it can also be embedded into HTML (ACHOUR, 2015). Furthermore, it is an open source language for general use, widely used and suitable for web development and enables manipulation of XML files.

MySQL Workbench was used for the database, which is a graphical tool for working with servers and databases, as well as being a Database Management System (DBMS) using SQL (Structured Query Language - Structured Query language) as an interface.

2.2 Method for evaluating the autocorrect’s usability – SACAEM

To evaluate the autocorrect, a questionnaire was developed based on ISO 9241-11 (2002), which according to Table 1, aims to specify or measure usability where it is necessary to identify the objectives and compose effectiveness, efficiency and satisfaction.

Table 1 – Features to measure software usability according to ISO 9241-11.

Feature	Description
Usage context	Users, tasks, equipment (hardware, software and materials), the physical and social environment in which the product is used.
Efficiency	Accuracy and coverage with which users achieve their goals by accessing the right information or generating the expected results.
Efficiency	Accuracy and completeness with which users achieve their goals in relation to the amount of resources spent.
Satisfaction	It refers to the absence of discomfort and presence of positive attitudes in the use of a product. In general, subjective methods and / or goals are used for obtaining a measure of satisfaction.

Source: NBR 9241-11

The questionnaire was carried out with seven mathematics teachers who work in high school, and it contains six questions, four open questions and two closed questions, which can give us evidence of tool’s receptivity by the teacher and also the difficulties that can be raised from their analysis.

Based on Nielsen's recommendations (1993), a group of up to 10 users should be used for a better usability test. Prates and Barbosa (2006) point out that the purpose of these tests is

not to reach statistically valid results, but they have directions on how to improve the quality of the interface's usage.

According to Nielsen (2000), approximately 85% of application problems and the benefit of new errors found with only five users worth the cost of the test run, because the real goal of usability engineering is to improve the design and not just to document their weaknesses.

The selection of these teachers is justified due to the fact that the autocorrect, in this version, is directed to high school teachers. Normally, when the participant is a potential user and has no resistance to the new technology, they are interested in participating in the test and contribute to the application's improvement (PRATES and BARBOSA, 2006).

This tool's data, the questionnaire which contained two questions closed and four open, were collected and analysed then. We performed the autocorrect's usability test based on the Software Engineering applying two test levels that are the System Test and Acceptance Testing (Pressman, 2011).

Questions 3 and 4 from the questionnaire adopted in the research were composed of two complementary aspects of the open questions and these questions sought to detect the relevance of software and difficulty in using the software.

The **Coefficient of Performance (CR)** was used for the statistical analysis of the questionnaire's responses, based on the graduate evaluation system in universities, promoted by CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel) to evaluate the performance of students in graduate programs in the country. And, as Silva (2000) instead of CR concepts vary from 1 to 4, these were transformed into a percentage, going to have a **Coefficient of Percentage Performance (CRP)**.

3 Autocorrect's implementation – SACCAEM

During this stage, we raise some critical parameters for effective software development:

- There is a very high level of complexity for this project because it is an application to make the correction of an assessment created by the teacher, answered by the student using a mathematical software where similarities and differences will be compared between the teacher's answer key (criteria) and the student's answer, thus it is necessary to think of a new tool to assist the exercise evaluation;

- The autocorrect only evaluate exercises that contain predefined criteria, which tie them not only to the focused tool but also these exercises have to contain values that can bring numeric or geometric analyzable results;
- There will be two parameters. The first one will be the path of the answer key's file with the extension (.ggb) and the other will be the path of the same extension file containing the student's answer to be analyzed;
- The algorithm will read the XML contained in the file (.ggb), extract the data that are within the <construction> tag and save in the database following a model created to represent the GeoGebra.XML structure. The same procedure will be done with the file containing the student's answer;
- After the structures of the two saved files, following a search hierarchy (commands/expressions/elements), the algorithm will search in the answer's structure the data for each tag found in the answer key. Finally, the script returns an object containing the results showing a percentage of correct answers (tags and values found in the answer);
- The algorithm is based on the answer key's definition for obtaining the answer, so tags that are built more (or left) will be shown in the output object, however, these extra tags will not be counted in the percentage of correct answers.

For a better understanding of the proposal, we present three actors with their main roles: **Teacher**, she will develop the activity (statement), and make the correct answer in GeoGebra (answer key), which will indicate which parameters are regarded as correct or not at the moment of the activity assessment. The questions prepared by the teacher, initially for this version, should follow certain parameters and restrictions, such as simple structures using only the following GeoGebra tools: point, line, line segment, vector, radius, a circle with its centre and one of its points, circle with its centre and radius. The **Student** will receive the statement of the activity, to solve it on GeoGebra and then she will send the file to the teacher. The **autocorrect - SACAEM**, will receive the file with teacher's answer key and the file with the student's answer, both files settled in GeoGebra. Later, the autocorrect will read and store the two files and run the correction algorithm and, finally, it will show the result.

3.1 Autocorrect's Operation – SACAEM

A study on GeoGebra was necessary for the development of SACAEM to analyse the structure generated from GeoGebra's data, and then we programmed the correction algorithm based on the same data's pattern. After this study, we defined the SACAEM, for this state of the art, as shown in Figure 1, would bring to the user only one screen.



Figure 1 –SACAEM autocorrect home screen.

The SACAEM autocorrect's interface is simple because, based on the guidelines of Preece, Rogers and Sharp (2005), among the principles of a good interface, it is always highlighted the importance of easy to use and to maintain the user in control. For both aspects, the idea is to design more compact interfaces in order to reduce the time required to learn how to operate it and to minimise the resistance of people regarding the use of the tool.

The correction process was based on two main actions. First, algorithm reads the file, extracts its data and puts it in a database created to store, and the second action is the performance of the correction algorithm.

The main classes created for the autocorrect were a **resolution, construction, expression, command and elements**. These classes were based on the structure of the XML generated by GeoGebra, with the user's construction. An exception was the resolution class, which was created to store and put together a resolution (answer key / student's answer) to further consult a correction already performed without submitting the files again.

For reading and storing data, as well as the correction, we created a class called indexController where the methods implemented by this class are **Validate Files**: Responsible for validating the files sent to the correction software. It takes two parameters, which is the answer key's file streaming and another one for the student answer's file; **Reading and XML Storage**: Responsible for reading the uploaded file and store it in the database. It takes three parameters, the file, its type (answer key / student's answer) and the resolution's identifier; **Correct Resolution**: Responsible for the resolution's correction and it divides the task into

three steps, commands correction, expressions correction and elements correction. It receives as a parameter the resolution's identifier; **Fix Commands**: Responsible for running the first step of the method above, correcting the commands found in the answer's file based on the answer key's file. It receives as a parameter the answer key's identifier and the student answer's identifier saved in the database; **Correct Expressions**: Responsible for performing the second step of correcting Resolution method, correcting expressions found in the student answer's file based on the answer key's file. It receives as a parameter the answer key's identifier and the student answer's identifier saved in the database; **Correct Elements**: Responsible for performing the third step of correcting Resolution method, fixing elements found in the student answer's file based on the answer key's file. It receives as a parameter the answer key's identifier and the student answer's identifier saved in the database.

3.2 Performing test with the autocorrect– SACAEM

In order to test the tool, we developed a number of six activities, which, according to the defined parameters, the questions that were used for algorithm validation were prepared with the help of a mathematics teacher, who indicated, according to her vision, what parameters would be considered correct or not at the moment of the proposed exercises' evaluation. For this, we highlight some important observations: We do not use all the tools of GeoGebra in constructions, because we observed that some of them require specific algorithms to treat every possible use; The tests described below were performed on a computer without Internet connection, because the tool has a better performance when it is accessed on a web server; We measured the autocorrect's performance in simple and moderate activities, and at the last resolution, we showed two answer attempts in the same activity.

The **Activity 1** had the following statement: In GeoGebra, build a triangle with coordinates $A = (0,0)$, $B = (6,0)$ and $C = (3,4)$, and then determine its area. The tools to be used are point, line and area.

In Figure 2, we display answer key elaborated by the teacher, as well as the view of the file with the student's answer, both made in GeoGebra.

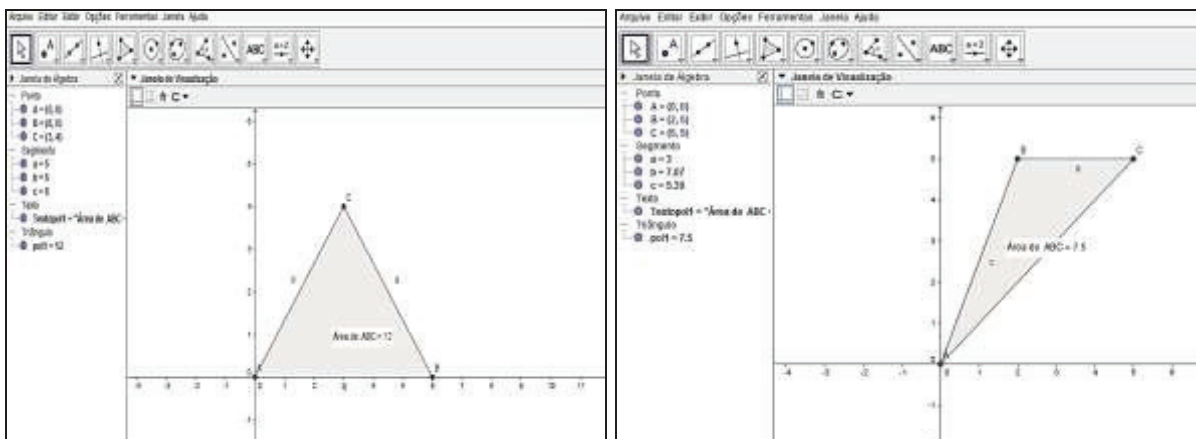


Figure 2 – Teacher answer key and the student's resolution of Activity 1 on GeoGebra.

To run the activity's correction, the teacher searches the file containing the answer key both built in GeoGebra and without the need for conversion to XML as the SACAEM already does this process automatically. Then the file containing the student's resolution, the teacher clicks on the Start button to start the evaluation process. Subsequently, as shown in Figure 3, we obtain the results with answer key's parameters and the as well as the same parameters are shown in the student's answer and also the percentage of correct answers based on the comparison of the two files is displayed.

We emphasise that the parameters that appear on screen are in agreement with the structure of GeoGebra.XML and for the correction of the elements used for the construction of this triangle, we used the tools point, line segment and area.

When we look at the column of the construction of the template (teacher's answer key), we have the description of the parameters which are considered correct: The commands used for Polygon, pointIn and Expression - Textopol1 containing their inputs and outputs; the expression in text describing the area of the figure; the elements point, polygon, and text segment containing the coordinates $A = (0,0)$, $B = (6,0)$ and $C = (3,4)$ requested in the activity's statement.

To understand why the percentage of the student's correct answers was 16.6% (Figure 3), we explained that the student's construction was assigned to the coordinates $A = (0,0)$, $B = (2,5)$ and $C = (5, 5)$ that are different from what was requested in the wording of the question.

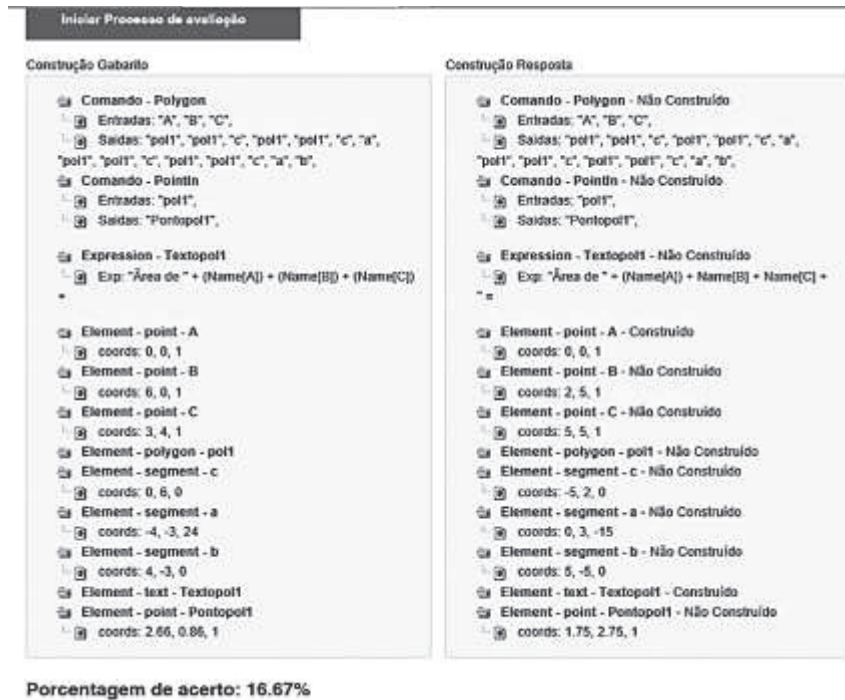


Figure 3 – Screen with the autocorrect SACAEM's evaluation for Activity 1.

Besides, the commands Polygon, pointIn and Expression - Textopol1 despite having the same inputs and outputs from the answer key, they were considered Not Built because only the coordinate values of the Element - point - A and Element - text - Textopol1 were equal the answer key, thus generating a geometric figure with a completely different area. In the process of evaluation of the Activity 1, the SACAEM took one minute and 49 seconds to complete and display the result.

In **Activity 2**, on GeoGebra, build the graph of the function $f(x) = ax^2 + bx + c$, where a , b and c are respectively 5, 2 and 1. As shown in Figure 4, for the resolution of the activity, the student would have to type in GeoGebra's entry bar $f(x) = 5 * x^2 + 2 * x + 1$ then press the *Enter* key.

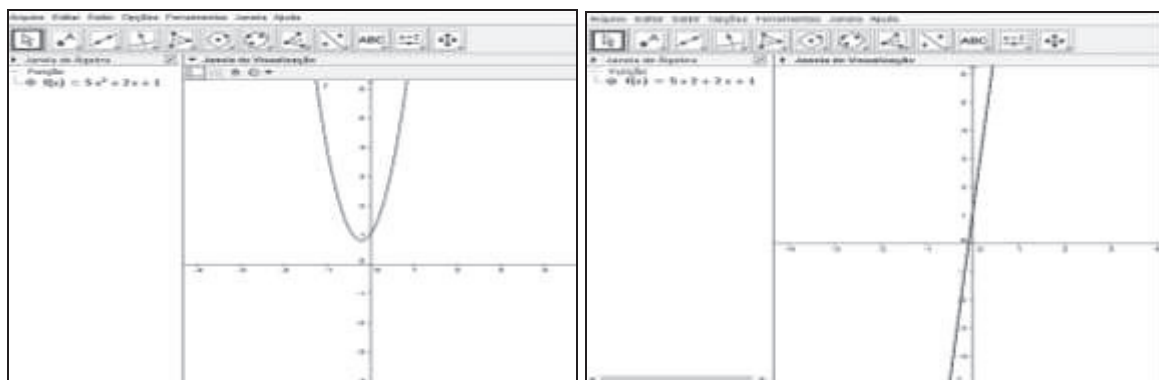


Figure 4 – Teacher's answer key and the student's resolution for Activity 2 on GeoGebra.

After inserting the two files into SACAEM, we started the evaluation process and now we are able to see in Figure 5 the result.

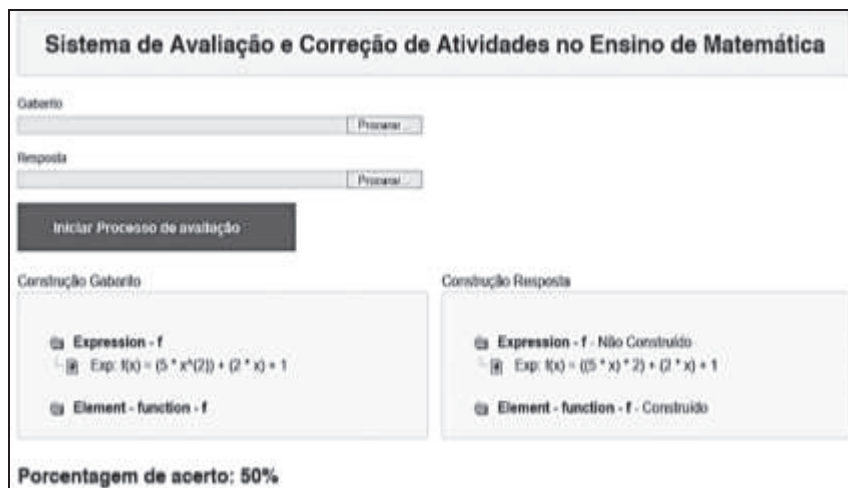


Figure 5 – Screen with the autocorrect SACAEM’s evaluation for Activity 2.

The outcome of Activity 2, during the elaboration of the answer key, we observed that the parameters used were only the command Expression - f that brought the built expression according to the activity’s statement where a, b and c are respectively 5, 2 and 1 and so the Element - function - f. When we analysed the construction of the student's answer, we realised that she used the same parameters and the same values of a, b and c, however, when we observed the writing of Expression we could see some different characters of Expression contained in the answer key.

We believe that the error may have been caused by writing of the function. It should be $f(x) = 5 * x^2 + 2 * x + 1$ and was actually written as follows as $f(x) = 5 x^2 + 2x + 1$ since the exponent must be preceded by a ^ character, and the multiplication symbol is * on GeoGebra.

Even with a result bringing written and visually different functions, SACAEM considered 50 percent of correct answers, taking into account all that the student was able to express that she had learned. This situation makes us think, whether this activity was done manually and it generated a different chart than the teacher expected to be correct, would the assigned result be the same as the autocorrect one or would the activity be considered totally incorrect? In the evaluation process of Activity 2, the SACAEM took 14 seconds to complete and display the result.

In **Activity 3**, on GeoGebra, determine the intersection point between the lines **r** and **s**, knowing that the line **r** passes through the points (1, 3) and (-2, -3) and the line **s** passes

through the points (4, 3) and (7, 0), shown in Figure 6. The tools to be used are line and intersection of two objects.

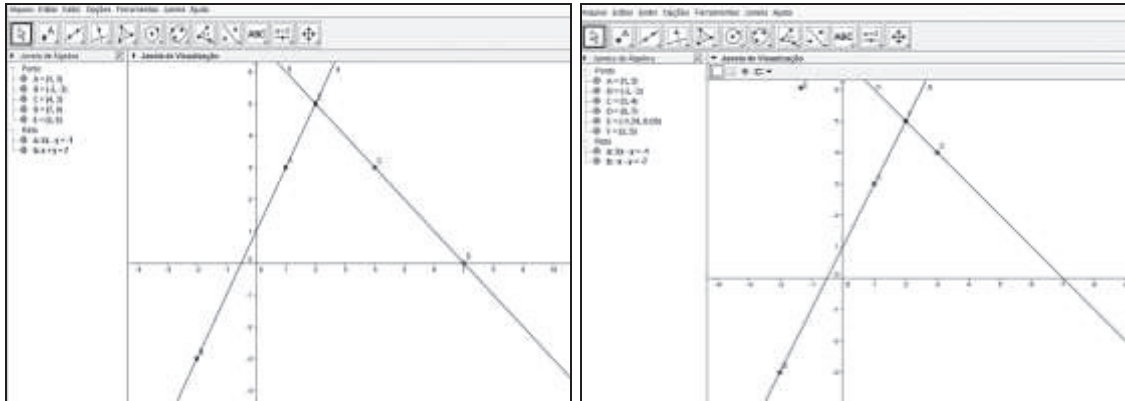


Figure 6 – Teacher's answer key and the student's resolution of Activity 3 on GeoGebra.

Recording the scenario exposed in Figure 7, the parameters used in the answer key's construction were the commands Line and Intersect with their respective inputs and outputs; Elements point A, B, C, D and E, and Elements line a and b with their respective coordinates.

Construção Gabarito	Construção Resposta
<ul style="list-style-type: none"> Comando - Line <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "A", "B", Saídas: "a", Comando - Line <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "C", "D", Saídas: "b", Comando - Intersect <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "a", "b", Saídas: "E", Element - point - A <ul style="list-style-type: none"> coords: 1, 3, 1 Element - point - B <ul style="list-style-type: none"> coords: -2, -3, 1 Element - line - a <ul style="list-style-type: none"> coords: 6, -3, 3 Element - point - C <ul style="list-style-type: none"> coords: 4, 3, 1 Element - point - D <ul style="list-style-type: none"> coords: 7, 0, 1 Element - line - b <ul style="list-style-type: none"> coords: 3, 3, -21 Element - point - E <ul style="list-style-type: none"> coords: 54, 135, 27 	<ul style="list-style-type: none"> Comando - Line - Construído <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "A", "B", Saídas: "a", Comando - Line - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "C", "D", Saídas: "b", Comando - Intersect - Construído <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "a", "b", Saídas: "F", Element - point - A - Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: 1, 3, 1 Element - point - B - Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: -2, -3, 1 Element - line - a - Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: 6, -3, 3 Element - point - C - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: 3, 4, 1 Element - point - D - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: 0, 7, 1 Element - line - b - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: -3, -3, 21 Element - point - E - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: -1.34, 6.06, 1 Element - point - F - Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: 54, 135, 27

Porcentagem de acerto: 60%

Figure 7 – Screen with the autocorrect SACAEM's evaluation of Activity 3.

Analysing the construction of the student's answer, we observed that the command Line with inputs "C" "D" was assigned as Not Built because the coordinates of the Element - point - C Element - point - D and Element - point - E are with different values from the answer key.

Element - line - b listed as Not Built because its coordinates are different from the answer key. In another situation, it should be seen in the construction of the student's answer, which presents an extra point Element - point - F regarded as Built, that is, the additional point did not influence the result of the activity, for the Command - Intersect was accepted even though as output was "F".

Therefore, we can infer that the autocorrect (SACAEM), even if the student adds other elements, the autocorrect will show them as Built element on the resolution's screen, however, this will not result in an error in the correction process. In the evaluation process of Activity 3, the SACAEM took 1 minute and 37 seconds to complete and display the result.

During the study of XML in GeoGebra format, we realised that the position of some figures in the Cartesian plane influences the result of the evaluation of the autocorrect (SACAEM), which culminated in **Activity 4**. On GeoGebra, create a circle with centre A and radius 3.4. For this activity, use only the circle tool with its centre and radius where the answer key is in Figure 8, which we can see that the element was created at a certain position in the Cartesian plane.

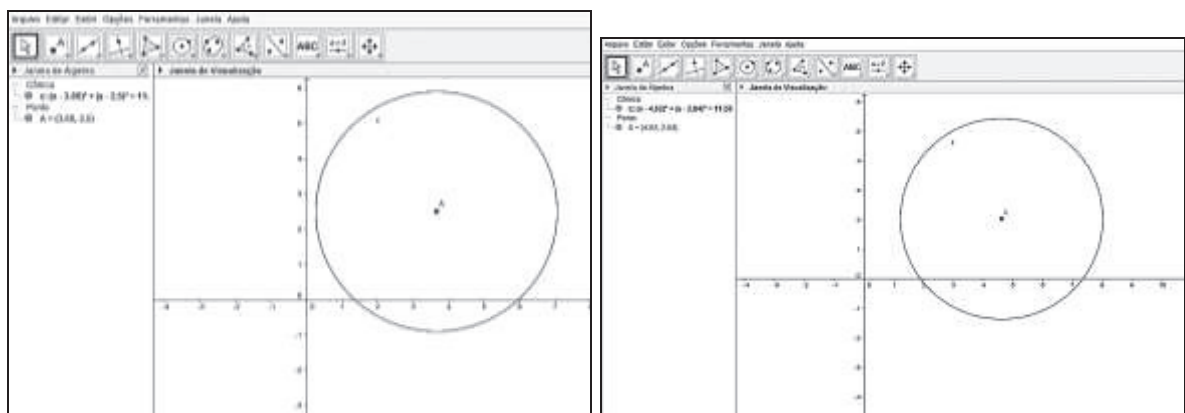


Figure 8 – Teacher's answer key and the student's resolution of Activity 4 on GeoGebra.

In the student's answer, we find a very similar resolution to the answer key, but if you look carefully you may note that the position of the circle is different and, apparently, it does not prejudice the outcome of the activity, since the student followed the parameters passed on the activity's statement and she used the same tools to perform the activity.



Figure 9 – Screen with the autocorrect SACAEM's evaluation of Activity 4.

The construction of the answer key consists of the command - Circle with their respective inputs and outputs, the Element - point - A with its coordinates and Element - conic c and its matrix. In the construction of the student's answer, we found that only the Element - point - A was classified as Not Built, thus we notice that if the command used by the student with the entry at point A and value 3.4 is in agreement with the statement and the element *conic* - c was built so why the percentage accuracy is only 66.67%?

The answer is that the Cartesian plane in which the figure was inserted influenced the outcome, since, as shown in Figure 9 the coordinates are different.

Consequently, it is necessary to further study in order to remedy this difficulty now is shaped, therefore, our attempt is to create a corrector that does not limit the student's resolution, which is not necessary for the student to pick up a file generated by the teacher to just complete her resolution. In the evaluation process of Activity 4, the SACAEM took 37 seconds to finish and present the results.

In **Activity 5**, on GeoGebra, construct a polygon with vertices (1,0), (4,2), (2,4) and determine the polygon's perimeter, as shown in Figure 10. The tools we use to perform the answer key were polygon's entry bar, distance, length and perimeter.

In Figure 10 we have an idea of the complex correction of Activity 5, where we already comprehend the first difference in the activity's construction, where the first answer key's parameter is Command - Polygon with entries according to the vertices (1,0), (4,2), (2,4), as stated in the wording question and we have the Command - Point with entries "XAxis" in the answer which builds a line perpendicular to the axis x - through a given point A.

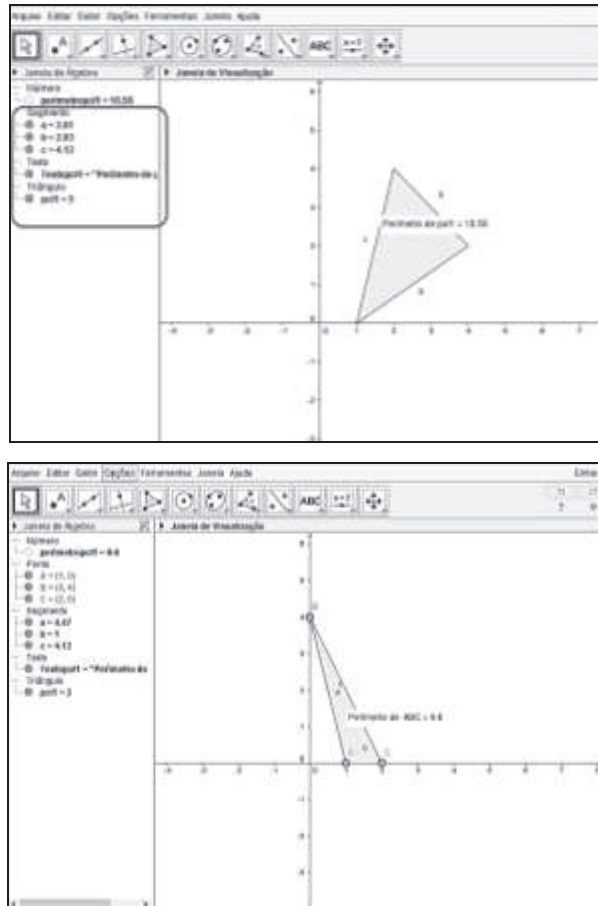


Figure 10 – Teacher’s answer key and the student’s resolution of Activity 5 on GeoGebra.

When analysing the student’s answer, as shown in Figure 11, we see that beyond the perimeter command, that is the numeric type, we have the polygon elements, point, segment and text.



Figure 11 – Screen with the autocorrect SACAEM's evaluation of Activity 5.

The student's answer was different from the answer key which the command perimeter was a numeric type, it only contained the elements number and text segment.

The review process of this activity was more challenging because the parameters generated in the algebra window can vary greatly depending on the type of tool that was used to create the polygon, as there are several polygon options: regular polygon, hard polygon semi-deformable and regular polygon inscribed in a circle. Besides, we have different options of ways to build, for example, by the formulas.

In the evaluation process of Activity 5, the SACAEM took 1 minute and 47 seconds to complete and display the result.

In **Activity 6**, build a circle with its centre and radius 3. In the resolution of this activity, we used just the circle tool with its centre and radius, as we can see in Figure 12.

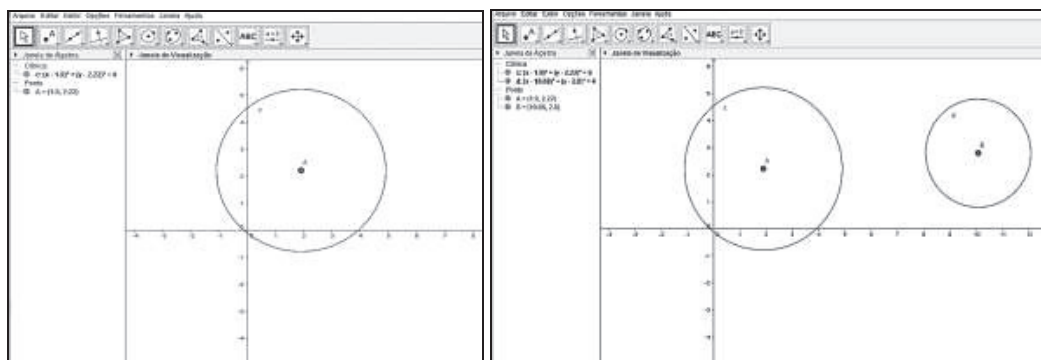


Figure 12 – Teacher’s answer key and the student’s resolution of Activity 6 on GeoGebra.

What we intend to analyse is the autocorrect’s behaviour when the student tries, in the same file, solve the wording question by creating more than one answer, because when the activity is solved manually, the student sometimes erasures the answer sheet. Thus, we seek to simulate this situation, which the student can feel difficulty or uncertainty in answering to the activity and this scenario can result in erasures in an attempt to succeed.

In the student's answer, we can see that two circles were built to solve the activity, an extra circle when the statement asks for only one. Given the complexity of teaching and not taking into consideration the attempt or the erasures as mistakes hence, we try to make the SACAEM assist the teacher in identifying the thought processes and possible mathematical difficulties highlighted, making erasures on an analysis tool.

To analyse the correction result of Activity 6 by SACAEM, in Figure 13 we see how the autocorrect behaves in this situation.

Construção Gabarito	Construção Resposta
<ul style="list-style-type: none"> Comando - Circle <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "A", "3", Saídas: "c", Element - point - A <ul style="list-style-type: none"> coords: 1.9, 2.22, 1 Element - conic - c <ul style="list-style-type: none"> matrix: 1, 1, -0.46, 0, -1.9, -2.22 	<ul style="list-style-type: none"> Comando - Circle - Construído <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "A", "3", Saídas: "c", Comando - Circle - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> Entradas: "B", "2", Saídas: "d", Element - point - A - Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: 1.9, 2.22, 1 Element - conic - c - Construído <ul style="list-style-type: none"> matrix: 1, 1, -0.46, 0, -1.9, -2.22 Element - point - B - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> coords: 10.08, 2.8, 1 Element - conic - d - Não Construído <ul style="list-style-type: none"> matrix: 1, 1, 105.45, 0, -10.08, -2.8

Porcentagem de acerto: 100%

Figure 13 – Screen with the autocorrect SACAEM's evaluation of Activity 6.

In the answer key's development, we have parameters used as the command - Circle with their respective inputs and outputs; Element - point – A and its coordinates and element - conic - c with its matrix.

In the student's answer development, in addition to the same answer key's parameters, we can display a command - Circle, the Element - point - B and the Element conic - d which was attributed Not Built, however, as part of an extra development or erasure, they appear in the evaluation result without influencing the successes.

The autocorrect SACAEM considered fully correct the activity done by the student, whether or not containing an attempt to resolution more as we can attest to.

What we can conclude is this tool goes in search of the correct student's construction, whether other items have been left for her, in an attempt to solve the activity. In the process of analysis and correction of Activity 6, the SACAEM took 44 seconds to finalise and present the results.

4 Autocorrect's rating by math teachers

We now describe the evaluation of the seven mathematics teachers, after using the autocorrect SACAEM. The Records of open questions are in italics and the participants will be identified in the following texts, with the initial T of teacher and numbers, such as T1. As for the closed questions, we chose to present the answers in graphics.

In Question 1 the purpose was whether the teachers would use the autocorrect.

T1 said she would use because in learning we don't take into account only the right answers and the corrector would help the teacher to understand the paths that led to the error. T2 said 'yes', if she had access to working with GeoGebra, but her school has no computer lab working. In the other hand, T3 answered 'no', because she could not understand how the number of attempts is built. T4 answered 'yes', because it is more a distinct possibility of evaluation. T5 also answered 'yes', because the software would help both teacher and student in relation to mathematical constructions using this application. T6 said 'yes', and monitoring the use of this technology is another way to work on the corrections, not to mention the possibility of reflection teacher x student. T7 said yes, it helps the teacher to assign a more just note for the student.

Question 2 investigated whether the teachers used the result of autocorrect to support students' grades.

P1 answered that she would accept partly as a supplement to the note. P2 said 'yes', it would be a way to consider means and not just the purposes. P3 answered that would use as an aid, not as decisive. P4 said that he would accept, since before, it already has pre-defined her evaluation criteria. P5 said that she would accept partly because there are still teachers and students who cannot easily handle the software. P6 answered 'yes', it allows her to track the route taken by the student in solving the wording question. P7 answered that she would accept partly because it would not completely dismiss other forms of correction.

Question 3 shown in Figure 14, which raised the degree of relevance of the automatic correction tool the SACAEM.

Muito relevante	Relevante	Baixa Relevância	Irrelevante	% MR	%R	%BR	%I	% CRP
3	3	1	0	42,85714%	42,85714%	14,28571%	0%	82,14285%

Figure 14 – Degree of relevance of autocorrect SACAEM.

We consolidate the degree of the tool's acceptance by teachers, when we put together the answers to questions 1, 2 and 3, where most of the teachers, explain that it is a form of aid to the teacher's work, which can be used in whole or partly as a parameter to assign grades to students. This degree also classified the autocorrect as relevant and very relevant.

Question 4 shown in Figure 15, to measure the degree of difficulty of the autocorrect SACAEM.

Fácil	Moderadamente Fácil	Difícil	% F	%MF	%D	% CRP
3	3	1	128,57142	85,71428	14,28571%	76,19047%

Figure 15 – Degree of difficulty of the autocorrect SACAEM.

According to the responses of Figure 15, we can say that for most teachers, the autocorrect is an easy software tool or moderately complex to use.

Question 5 asked respondents to leave any suggestions if had them, for the tool's improvement.

Only P4 suggested the possibility of containing the many different exercises in the same file and P7 suggested the possibility of registration the school classes and their exercises.

Finally, we left Question 6 as an open space for general comments.

For P1 the corrector is a great idea because the teacher will be more sure about how to evaluate the student's thought processing. For P2 stated that even without access to computers at school, all help is welcome. P3 commented that the autocorrect needs to add value and make it clear the autocorrect's advantages. For Q4, the corrector is very helpful and nice. In the comments, P5 emphasised that the idea of creating an autocorrect will be satisfactory to reduce the amount of time spent on assessment's corrections, and the autocorrect also arouse the student's interest in mathematics through technology. P6 did not leave a comment. P7 for the corrector is a great idea and it will help the teacher in her work to correct students' questions.

5 Final considerations

The autocorrect described in this article is characterised as an attempt to implement a new tool that helps the mathematics teacher in the activities' correction generated in an automated fashion. For the teacher, even if referring to the classic format of correction and evaluation, the on-screen result can serve as a basis for decision-making in relation to the path followed by the student's thought process and guide her as the insertion of a possible grade, providing a reflection and perhaps changes in effective learning actions.

The great advantage of SACAEM is the possibility of correction of activities freely developed by the student, without the teacher sending a file initially answered by her. Besides being a handy tool even the teacher who does not have an Internet connection and it can also assist her in the hard work to correct subjective mathematics questions, analysing the different ways that students have to express their path to achieving the learning.

Besides the contributions described in this research, we also need to consider ways to prevent the Cartesian plane influence the outcome of the evaluation, since our attempt is to create a corrector that does not limit the student's resolution, which is not necessary, for the student, to get a file generated by the teacher to just complete the resolution.

Finally, in future works, we can also provide to students the possibility of using the tool, and harvest the important contribution resulting from this use and discuss the possible students' interpretations who, in addition to performing the activity with computer assistance,

will also have the correction of their activities in a computerized form and that they can monitor their own progress.

6 References

ACHOUR, M. **Manual do PHP**. 2015. Disponível em

<https://secure.php.net/manual/pt_BR/index.php>. Acesso em: janeiro 2015.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos e apresentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: 2011

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. MEC/SEF, 1997.

GEOGEBRA. **GeoGebra**, 2014. Disponível em: <<http://www.geogebra.org/>>. Acesso em: setembro 2014.

MYSQL. **MySQL Workbench**. 2015. Disponível em: <<http://dev.mysql.com/doc/workbench/en/>>. Acesso em: abril 2015.

NBR 9241-11. **Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade**, 2015. Disponível em: <www.labiutil.inf.ufsc.br/cpqd-capacitacao/iso9241-11F2.doc>. Acesso em: setembro 2015.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**, Editora Academic Press, Boston, 1993.

NIELSEN, J. **Test with 5 Users**, Alertbox. 2000. Disponível em

<<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>>. Acesso em setembro 2015.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. **Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos**. 2006. Disponível em <http://homepages.dcc.ufmg.br/~rprates/ge_vis/cap6_vfinal.pdf>. Acesso em: setembro 2015.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: Além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**, 7ª Edição, McGraw-Hill, 2011.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

SILVA, J.A.A. **Sistema de avaliação de atendimentos e produtos**. 2000.

SOUZA, D. I.; MÜLLER, D. M.; FRACASSI, M. A. T.; ROMEIRO, S. B. B. **Manual de orientações para projetos de pesquisa**. Novo Hamburgo: FESLSVC, 2013. Disponível em: <http://www.liberato.com.br/sites/default/files/manual_de_orientacoes_para_projetos_de_pesquisa.pdf>. Acesso em: setembro 2015.

3.2 Artigo 2 - Intitulado “**Avaliação de objetos de aprendizagem: um experimento prático com professores de matemática**”, contempla os objetivos desta dissertação e faz parte dos Anais do CONEDU – Congresso Nacional de Educação. A formatação do manuscrito está de acordo com as normas do evento.

AVALIAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UM EXPERIMENTO PRÁTICO COM PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Maria Celimar da Silva
Faculdade de Ciências Aplicadas e Sociais de Petrolina (FACAPE)
mcelimars@gmail.com

Vânia Cristina Lasalvia
Faculdade de Ciências Aplicadas e Sociais de Petrolina (FACAPE)
vania.lasalvia@gmail.com

Ricardo Andreas Sauerwein
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
r.a.sauer@gmail.com

1. Introdução

Para possibilitar uma interiorização de conteúdos em Matemática, pode-se fazer uso de recursos provenientes das novas tecnologias como os Objetos de Aprendizagem – OA. Estes podem ser compreendidos como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (SABBATINI apud WILEY, 2012). Fornecem aplicações em forma de simuladores com o auxílio dos repositórios na Internet, podem ser reutilizados por vários indivíduos para variados fins com baixos custos na produção de materiais educacionais (TAROUCO e FLÔRES, 2008).

Tarouco (2012) apontada duas abordagens para avaliações de Objetos de Aprendizagem. A primeira abordagem é o modelo utilizado no sistema *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching* – MERLOT (2014), onde são analisados os seguintes critérios: qualidade de conteúdo, usabilidade e potencial como ferramenta de ensino e a segunda abordagem, é a do sistema EDUCAUSE, onde o primeiro passo é identificar o Objeto de Aprendizagem a ser avaliado, enumerando suas características (Título do Objeto de Aprendizagem, Breve descrição, URL, Objetivo da aprendizagem e Público-alvo).

Assim, o presente artigo objetiva apresentar a avaliação de objetos de aprendizagem por professores de Matemática em um experimento prático, para verificar se essas ferramentas podem ser inseridas no processo de ensino e aprendizagem da referida disciplina.

2. Metodologia

Para investigar se Objetos de Aprendizagem da área de Matemática podem ser usados como ferramenta educativa, realizou-se a pesquisa do tipo descritiva, através de um estudo de caso, com o propósito de observar, registrar, analisar e correlacionar fatos sem manipulá-los (Cervo, 2007).

Para a avaliação em laboratório dos Objetos de Aprendizagem, utilizou-se questionário, baseado no método avaliativo de objetos de aprendizagem de Tarouco (2012) do sistema EDUCAUSE, CINTED/UFRGS e do MERLOT, que foi entregue aos participantes na forma impressa, onde, avaliaram os parâmetros Conteúdo, Usabilidade e Didática.

No desenvolvimento deste trabalho, trabalhou-se com 23 professores com formação acadêmica em Matemática, participantes do curso de Especialização em Metodologia do Ensino da Matemática de uma Instituição de Ensino Superior na cidade de Petrolina-PE,

durante a disciplina Informática Aplicada ao Ensino da Matemática entre os dias 14 e 15 de junho de 2014.

Os professores tinham idades entre 24 e 57 anos, destes 10 ensinavam apenas no nível Fundamental, 04 ensinavam apenas no nível Médio, 01 ensinava apenas no nível Superior, 06 ensinavam nos níveis Fundamental e Médio respectivamente, 01 ensinava nos níveis Médio e Superior respectivamente e 01 ensinava nos níveis Fundamental, Médio e Superior respectivamente.

Além de Matemática, onze deles lecionavam outras disciplinas como: Física, Química, Biologia, Artes, Meio Ambiente, Geografia, Ciências e Educação Física.

No primeiro momento, foi apresentado o tema *Novas Tecnologias no Ensino da Matemática*, posteriormente abriu-se espaço para um debate sobre o que pensavam e sentiam frente às novas tecnologias. Os participantes descreveram os principais problemas que nas interações professor/aluno. Posteriormente, apresentou-se o conceito, histórico, características, aspectos técnicos e didático-pedagógicos e algumas razões para a o uso de Objetos de Aprendizagem.

Considerando a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a atividade a ser realizada, em laboratório, apresentou-se exemplos de repositórios de OA, e finalmente foi apresentado o método que seria utilizado para avaliar o objeto escolhido.

3. Resultados e Discussão

Em laboratório, cada professor acessou e explorou e escolheu, a seu critério, o Objeto de Aprendizagem que seria avaliado. Após a escolha do OA, cada professor realizou a avaliação e respondeu ao questionário. As respostas foram catalogadas e resultaram nos seguintes gráficos:

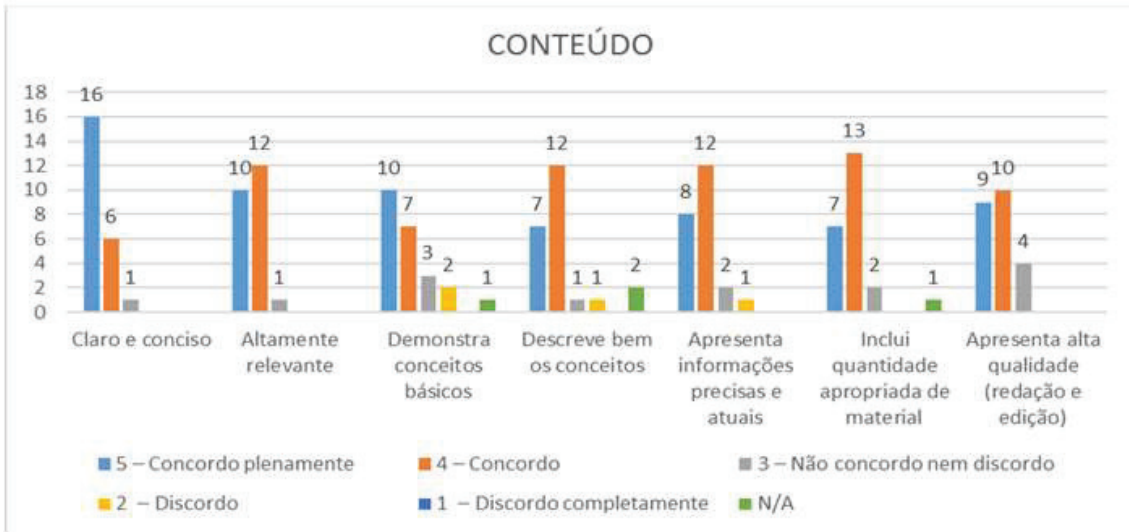


Gráfico 1: Respostas sobre o parâmetro Conteúdo

Conforme gráfico 1, a maioria dos professores avaliaram de forma positiva os parâmetros relativos ao Conteúdo de cada OA, principalmente em relação a clareza dos conteúdos, relevância, demonstração de conceitos, precisão das informações e quantidade apropriada de material.

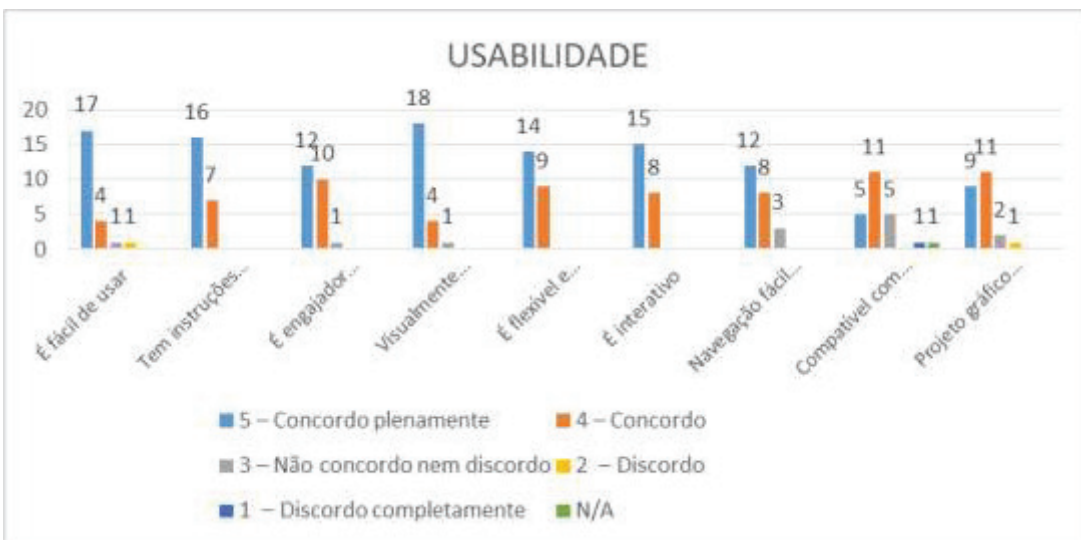


Gráfico 2: Respostas sobre o parâmetro Usabilidade

Em relação ao parâmetro Usabilidade, o gráfico 2 mostra que os professores deram notas 5 e 4, principalmente na facilidade de uso, clareza das instruções, visual atrativo, flexibilidade de uso e interatividade do OA.

Por fim, foi avaliado o parâmetro Didática, onde o gráfico 3 reflete a aceitação do OA como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

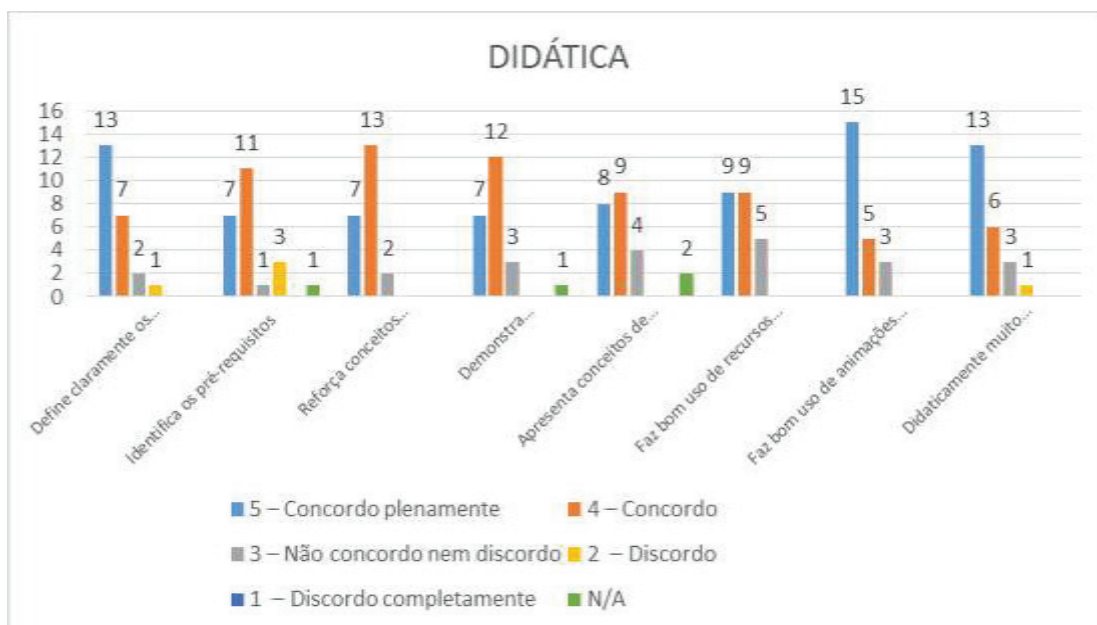


Gráfico 3: Respostas sobre o parâmetro Didática

Quando avaliaram a Didática, apontaram notas 5 e 4 em sua maioria, onde professores em seus relatos, afirmaram que alguns OA forçam o aluno a pensar, trazem uma riqueza de atividades e que tratam de outros temas além dos propostos.

Outros aspectos relevantes demonstrados nos resultados foram:

- O quantitativo de 17 professores escolheram analisar Objetos de Aprendizagem do nível Fundamental, mesmo lecionando em outros níveis;
- Os Repositórios explorados foram Red Internacional Virtual de Educación - RIVED (<http://www.rived.org>), Objetos de Aprendizagem em Matemática – ICMC – USP (<http://www.tsampaio.com/ic/>), Banco Internacional de Objetos Educacionais (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>) e Laboratório Virtual de Matemática UNIJUÍ - Fábrica Virtual (www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/).
- Dos Objetos de Aprendizagem avaliados, 09 tratavam do tema Fração.

4. Considerações

Através dessa experiência e dos relatos dos professores, foi possível constatar que a inserção da tecnologia em sala de aula pode tornar o aprendizado mais prazeroso, obtendo de forma ampla resultados relevantes.

Nesse experimento contemplou-se a avaliação de Objetos de Aprendizagem por professores, porém, esta ação quando aplicada aos alunos será completa e se revelará importantíssima,

pois, os OA não substituem o professor, mas são recursos que podem melhorar os conhecimentos adquiridos e enriquecer o aprendizado.

Foi observado que os atores participantes já perpassaram por um curso de graduação e que não tinham nenhum conhecimento de Objetos de Aprendizagem, o que revela a importância desta experiência para a prática docente dos mesmos. Possibilitando, após a experiência vivida, que eles possam fazer novas escolhas nos seus planejamentos em todos os níveis de ensino, desde o fundamental ao superior.

Referências

CERVO, Amado. L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

MERLOT, **Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching**, 2014. Disponível em: < <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>>. Acesso em 03 jun. 2014.

SABBATINI, Marcelo. **Reflexões críticas sobre o conceito de objeto de aprendizagem aplicado ao ensino de ciências e matemática**. EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana – vol. 3 - número 3 – 2012. Disponível em: < [www.gente.eti.br › Capa › v. 3, n. 3 \(2012\) › Sabbatini](http://www.gente.eti.br/Capa/v.3,n.3(2012)/Sabbatini)>. Acesso em 07 jul. 2014.

TAROUCO, Liane Margarida R.; FLÔRES, Maria Lúcia P. **Diferentes tipos de objetos para suportar a aprendizagem**. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 6, 2008. Disponível em: <seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14513/8438>. Acesso em 06 jun. 2014.

TAROUCO, Liane Margarida R. **Avaliação de Objetos de Aprendizagem**. CINTED/UFRGS, 2012. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/objetosaprendizagem/sld001.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

4 CONCLUSÕES

O corretor automático descrito nesse trabalho, caracteriza-se como uma tentativa de implementar uma nova ferramenta, que auxilie o professor de Matemática na correção das atividades também automatizadas, construídas em dispositivo que difere do livro e do caderno.

Porém, não deixada de lado as formas tradicionais de correção e avaliação, pois mesmo de forma automatizada, o aluno ao resolver a atividade proposta, terá que seguir critérios explicitados pelo professor ao redigir a questão, posteriormente deve fazer a resolução utilizando um software matemático específico e resolver as questões fundamentadas em conteúdos já vistos e explicados em sala de aula.

Entretanto, o resultado trazido pelo corretor após a inserção dos parâmetros descritos pelo professor e confrontado com a resposta do aluno, pode proporcionar com o seu resultado uma reflexão por parte de ambos, pois estes instantaneamente estarão deparados com o comparativo das duas situações.

Dessa forma, mesmo que remetendo ao formato clássico de correção e avaliação, para o professor, o resultado em tela pode servir de subsídio em uma tomada de decisão em relação ao caminho seguido pelo aluno e norteá-lo quanto à inserção de uma possível nota, proporcionando uma reflexão e quem sabe mudanças nas ações efetivas de aprendizado.

Durante o desenvolvimento desse trabalho, nos deparamos com muitas dificuldades, principalmente no entendimento da estrutura xml do Geogebra e na construção do algoritmo de correção, mas estas foram suprimidas quando o corretor automático SACAEM se tornou uma realidade.

Um diferencial que a ferramenta agrega é a possibilidade de gerar a resposta instantânea, em tela e armazenar em banco de dados para análises posteriores, pois a

quantidade e percentual de acertos das atividades resolvidas podem ser uma forma de medir o desempenho da turma.

O grande diferencial do SACAEM é a possibilidade da correção de atividades livremente desenvolvidas pelo aluno, sem que o professor envie um arquivo inicialmente respondido pelo professor. Além de ser uma ferramenta acessível mesmo ao professor que não possua conexão com a Internet e que pode auxiliar no árduo trabalho de corrigir questões subjetivas de Matemática, analisando as diferentes formas que os alunos têm de expressar o caminho percorrido no alcance da aprendizagem.

4.1 Perspectivas

Além dos contributos descritos neste trabalho, sugerimos como trabalhos futuros o estudo mais aprofundado da ferramenta Polígono e suas várias formas de uso, onde, possivelmente teremos que criar um algoritmo específico para esses testes.

Ainda podemos fazer o acompanhamento do uso do corretor por professores de Matemática em suas turmas, criando um grupo controle para que se possibilite a comparação da correção e avaliação na forma tradicional e com o corretor automático.

Podemos também sugerir o estudo de outros softwares matemáticos que podem ser utilizados pelo corretor, para não se limitar apenas ao GeoGebra.

Por fim, em futuros trabalhos podemos proporcionar também aos alunos a possibilidade do uso da ferramenta, e colhermos a contribuição importante decorrente deste uso e discutir as possíveis interpretações dos alunos que, além de realizar a atividade com auxílio do computador, terá a correção de suas atividades também de forma computadorizada e para que os mesmos possam acompanhar a sua própria evolução.

5 REFERÊNCIAS

ACHOUR, M. **Manual do PHP**. 2015. Disponível em <https://secure.php.net/manual/pt_BR/index.php>. Acesso em janeiro 2015.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos e apresentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: 2011

BENTO, H. A. **Possibilidades de construção de figuras geométricas planas com o software: GEOGEBRA**. Brasília : Edição do autor, 2010.

BEZERRA, E. **A tecnologia XML e sua integração com Banco de Dados**. Revista SQL Magazine Edição 8. 2007. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/articles/viewcomp.asp?comp=5143>>. Acesso em janeiro 2015.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. MEC/SEF, 1997.

CERVO, Amado. L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

D'AMBROSIO, U. **A influência da tecnologia no fazer matemático ao longo da história**. Anais do VII Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia e da VII Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e a Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas. São Paulo, 2001.

EISENMANN, A. L. K. **Icomb: Um sistema para o ensino e aprendizagem de combinatória em ambiente web**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2009

FERNANDES, D. (2006). **Vinte anos de avaliação das aprendizagens**: Uma síntese interpretativa de artigos publicados em Portugal. Revista Portuguesa de Pedagogia, 40(3), 289-348.

GEOGEBRA. **GeoGebra**, 2014. Disponível em: <<http://www.geogebra.org/>>. Acesso em setembro 2014.

GONÇALVES, A. L.; LARCHERT, J. M. **Avaliação da Aprendizagem**. Ilhéus, BA :Editus, 2011.

GOVERNO DE PERNAMBUCO. **Secretaria de Educação. Parâmetros para a educação básica do estado de Pernambuco**. 2012. Disponível em: <www.educacao.pe.gov.br/.../parametros_curriculares_concepcoes.pdf>. Acesso em janeiro 2015.

GRAPHMATICA. **Graphmatica**, 2014. Disponível em: <<http://www.graphmatica.com>>. Acesso em dezembro 2014.

HOHENWARTER, M.; PREINER, J. **Ajuda GeoGebra 3.0**. 2007. Disponível em: <www.geogebra.org/source/translation/help/translated_documents/.../docupt_PT30.doc>. Acesso em setembro 2014.

ISOTANI, S.; BRANDÃO, L. O. **Analisando construções no Igeom: uma abordagem para Correção automática de exercícios**. 2005. Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~leo/artigos/gcete2005-isotani-brandao.pdf>>. Acesso em março 2015.

MAPPLE. **MapleSoft**, 2015. Disponível em: <<https://www.maplesoft.com/products/maple/>>. Acesso em janeiro 2015.

MATHLAB. **MathLab: Main Page**, 2014. Disponível em: <<http://www.mathlab.mtu.edu>>. Acesso em dezembro 2014.

MENDES, I.A. **Matemática e investigação em sala de aula: tecendo redes cognitivas na aprendizagem**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MÉNDEZ, J. M. A. **Avaliar para conhecer, examinar para excluir**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MERLOT, **Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching**, 2014. Disponível em: <<http://www.merlot.org/merlot/index.htm>>. Acesso em 03 jun. 2014.

MOURA, Manoel Orisovaldo. **Educar con las matemáticas: saber específico y saber pedagógico**. Revista Educación y Pedagogía, v. 23, núm. 59 p. 47- 57, 2011

MYSQL. **MySQL Workbench**. 2015. Disponível em: <<http://dev.mysql.com/doc/workbench/en/>>. Acessado em abril 2015.

NBR 9241-11. **Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade**, 2015. Disponível em: <www.labiutil.inf.ufsc.br/cpqd-capacitacao/iso9241-11F2.doc>. Acesso em setembro 2015.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**, Editora Academic Press, Boston, 1993.

NIELSEN, J. **Test with 5 Users**, Alertbox. 2000. Disponível em <<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>>. Acesso em setembro 2015.
PIAGET, J. **Para onde vai a Educação?** 3. ed. Tradução Ivette Braga. Rio de Janeiro: José Olympio. 1975. 80p

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens**. Tradução Patrícia C. Ramos. Porto Alegre: Artmed, 1999

PITTS-MOULTIS, N., KIRK, C. **XML black book – solução e poder**. Tradução: Ariovaldo Griesi. São Paulo: Makron Books, 2000

POLIDORO, G.; PEREIRA, L.R.; MOREIRA, L.A.; MOTA, A.A.; MOTA, L.T.M. **Implementação de metodologia computacional para geração e correção de séries de exercícios individualizadas via web**. 2008. Colabor@ - Revista Digital da CVA –Ricesu. Disponível em: <pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/...>. Acesso em junho 2015.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. **Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos**. 2006. Disponível em <http://homepages.dcc.ufmg.br/~rprates/ge_vis/cap6_vfinal.pdf>. Acesso em setembro 2015.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: Além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRESSMAN, R.S., **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**, 7ª Edição, McGraw-Hill, 2011.

SABBATINI, Marcelo. **Reflexões críticas sobre o conceito de objeto de aprendizagem aplicado ao ensino de ciências e matemática**. EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana – vol. 3 - número 3 – 2012. Disponível em: < www.gente.eti.br › Capa › v. 3, n. 3 (2012) › Sabbatini>. Acesso em 07 jul. 2014.

SANTOS, L., **Dilemas e desafios da avaliação reguladora**. Avaliação em Matemática: Problemas e desafio 1ª Edição. Viseu, 2008. Disponível em: <http://www.esv.ipv.pt/mat1ciclo/avaliacao_files/MA_livro_Aval..pdf>. Acesso em setembro 2016.

SANTOS, R., **Introdução à programação orientada a objetos usando Java**, 2ª Edição. Rio de Janeiro : Elsevier, 2013.

SCAPIN, R. H. **Desenvolvimento de uma ferramenta para criação e correção automáticas de provas na World-Wide Web**. Dissertação de Mestrado. São Carlos, 1997.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

SOUZA, D. I.; MÜLLER, D. M.; FRACASSI, M. A. T.; ROMEIRO, S. B. B. **Manual de orientações para projetos de pesquisa**. Novo Hamburgo: FESLSVC, 2013. Disponível em:

<http://www.liberato.com.br/sites/default/files/manual_de_orientacoes_para_projetos_de_pesquisa.pdf>. Acesso em setembro 2015.

TAROUCO, Liane Margarida R.; FLÔRES, Maria Lúcia P. **Diferentes tipos de objetos para suportar a aprendizagem**. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 6, 2008. Disponível em: <seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14513/8438>. Acesso em 06 jun. 2014.

TAROUCO, Liane Margarida R. **Avaliação de Objetos de Aprendizagem**. CINTED/UFRGS, 2012. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/objetosaprendizagem/sld001.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. In: Computadores e conhecimento: repensando a educação. 1ª ed. Campinas, NIED-Unicamp, 1993.

VALENTE, J. A. **Informática na educação: conformar ou transformar a escola**. Em Perspectiva: Revista do Centro de Ciências da Educação. Florianópolis: UFSC v.13, n.24, 1995.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984

ZANON, D. P.; ALTHAUS, M. M. **Instrumentos de avaliação na prática pedagógica universitária**. In: Colóquio de Didática – UEPG. Ponta Grossa: 2008.

WILEY, D. A. **Conectando objetos de aprendizagem com a teoria de projeto instrucional: a definição, uma metáfora e uma taxonomia**. Utah, EUA: Universidade Estadual de Utah, 2000. Disponível em: <penta3.ufrgs.br/objetosaprendizagem/11wiley_traducao.doc>. Acesso em agosto 2015.

WINPLOT. **Winplot**, 2014 Disponível em <<http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html>>. Acesso em dezembro 2014.

Wireframesketcher. 2014. Disponível em: <<http://wireframesketcher.com/>>. Acesso em janeiro de 2015.