

Análise da Qualidade de Software Educacional para o Ensino e Aprendizagem de Derivadas

Edivaldo B. dos Santos Júnior; Adriana Zenaide Clericuzi

Departamento de Ciências Exatas
Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Rio Tinto, PB – Brasil

{edivaldo.junior; adrianaclericuzi}@dcx.ufpb.br

Resumo. *Este artigo descreve o uso do software Scilab no contexto educacional, para o ensino de derivadas, com o objetivo de observar sua qualidade levando em consideração aspectos educacionais, de experiência de uso e de aprendizagem. Para tanto foram adotados diferentes instrumentos de avaliação, cujos resultados foram analisados e correlacionados, a saber: método de Reeves, SAM (Self Assessment Scale), SUMI (Software Usability Measurement Inventory), e resultados de roteiros de estudo dirigido sobre o tema. O estudo de caso foi realizado com 7 alunos do curso de Licenciatura em Ciência da Computação. Percebeu-se que o software analisado em conjunto com os usuários possui potencialidades que podem ser exploradas para auxiliar no ensino-aprendizado.*

1. Introdução

Os computadores são ferramentas cada vez mais presentes no nosso cotidiano. De acordo com Pressman (2000), os softwares afetam quase todos os aspectos de nossas vidas, estando presentes nos negócios, na cultura e nas atividades diárias. Os educadores acreditam que, se usados em diferentes níveis de ensino e disciplinas, os softwares educacionais podem ser muito úteis no processo de ensino aprendizagem. Segundo Milani (2001) “O computador, símbolo e principal instrumento do avanço tecnológico, não pode mais ser ignorado pela escola. No entanto o desafio é colocar todo o potencial dessa tecnologia a serviço do aperfeiçoamento do processo educacional, aliando-a ao projeto da universidade com o objetivo de preparar o futuro cidadão”. Se utilizados de maneira correta, os softwares educacionais podem se tornar poderosas ferramentas mediadoras no processo de ensino aprendizagem.

Em disciplinas que envolvem cálculo, é comum a existência de alguns fatores que dificultam o processo de aprendizado, ocasionando assim, um alto índice de retenção nas disciplinas. As disciplinas Cálculo I e Cálculo II são exemplos, pois consistem em conteúdos novos e abstratos para os alunos e de acordo com Garzella, F. A. C. (2013) a não adaptação ao nível de conteúdo, afetividade com a disciplina, ausência nas aulas e algumas decisões de ensino na disciplina que tem implicações marcadamente afetivas, são fatores determinantes na futura relação que vai se estabelecer com a matemática e que agravam estes fatores.

Este trabalho tem como objetivo apontar um software como possível auxílio para o aprendizado, no qual teria o seu uso uma forma de ajuda com o processo de ensino e aprendizagem de matemática, capacitando o aluno e ajudando a conhecer novos recursos informatizados que podem ser utilizados como ferramenta no processo de ensino. O

conteúdo abordado como base de estudo neste trabalho é o de Derivadas, que é um assunto presente na disciplina de Cálculo II e que apesar de não ser um item tangível, o seu valor é de suma importância, do ponto de vista científico, quando aplicado a numerosas situações na sociedade. O entendimento sobre derivadas é essencial para estudos importantes, como a relatividade, mecânica quântica, engenharia, equações diferenciais, teoria da probabilidade, sistemas dinâmicos, teoria das funções e serve como base para o aprendizado sobre o que é Integral assunto também presente na grade e que é essencial para formação do cientista da computação que irá desenvolver tecnologias em que se possam produzir resultados mais precisos, com menos gasto e uso de recursos computacionais.

De acordo com Tajra (2000) os softwares educacionais podem ser classificados segundo a sua natureza como: softwares educacionais e softwares com finalidade educativa, no qual, o software educacional é um *“produto [...] adequadamente utilizado para o ensino, mesmo que não tenha sido produzido com a finalidade de uso no sistema escolar”* Já o autor Oliveira (2001), diz que *“O software educativo, por sua vez, foi desenvolvido com a intenção de levar o aluno a construir um determinado conhecimento referente a um conteúdo didático. Seu objetivo é favorecer os processos de ensino aprendizagem.”* Para Giraffa (1999) *“A visão cada vez mais consensual na comunidade da Informática Educativa é a de que todo programa que utiliza uma metodologia que o contextualize no processo ensino e aprendizagem, pode ser considerado educacional”*.

Para que seja feita a escolha do software educacional é necessário compreender como ele se insere nas práticas de ensino, assim como é necessário conhecer as dificuldades dos alunos identificadas pelo professor para os quais o SE (*software educacional*) é destinado. Embora de acordo com Meira (1995; 1998) *“nenhum software seja, em termos absolutos, um bom software”*, a escolha do SE precisa se enquadrar na proposta pedagógica acadêmica e além disso é importante que o SE tenha parâmetros de qualidade bem definidos, para que dessa forma seja possível identificar a adequação do software às suas necessidades e objetivos.

Vale ressaltar sobre como incluir tecnologia na prática pedagógica, a fim de mostrar a importância da escolha de um bom software educacional, de forma que haja uma interação do aluno com o computador de maneira harmônica, evitando possíveis frustrações do mesmo ao usar o programa.

Este artigo está organizado em quatro seções, incluindo esta, a metodologia e a descrição do planejamento, os passos metodológicos e execução do quasi-mapeamento sistemático são apresentadas a seguir. Os resultados alcançados são discutidos na seção subsequente. Por fim, as considerações finais são apresentadas.

2. Fundamentação Teórica

Este trabalho irá fazer uso de três diferentes metodologias para avaliar o software que será escolhido como base de estudo sob três diferentes perspectivas sendo elas; (i) software educacional, que são softwares que auxiliam os estudantes em um desenvolvimento mais completo e de qualidade em uma determinada área de estudo; (ii) experiência do usuário, que visa considerar as necessidades e emoções dos usuários enquanto eles interagem com a ferramenta de estudo; (iii) aprendizado, quando se é feito uma recolha e interpretação sistemática de informações após o uso que implicam juízos de valor, com vista à uma tomada de decisões sobre o aprendizado.

2.1 Software Educacional

Para se avaliar um software educacional é importante considerar não apenas as características técnicas, mas também os aspectos educacionais.

Algumas das metodologias de avaliação elaboradas especialmente para o domínio educacional são listadas a seguir:

- Gamez (1998) é uma Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional que o autor sugere para o avaliador que durante a realização de inspeção de conformidade ergonômica dos softwares, considere os aspectos pedagógicos e os aspectos de interface. Ela consiste em um checklist para orientar o avaliador, que nesta técnica apresenta uma proposta de tratamento quantitativo dos dados.
- Oliveira (2001), sugere uma avaliação de software educacional também em forma de checklist, onde são analisados os critérios julgados necessários para um software educacional sempre levando em conta os seus aspectos técnicos e pedagógicos. Esta metodologia apresenta uma proposta de tratamento quantitativo de dados.
- Gladcheff (2001) propõe um instrumento voltado para a avaliação de softwares educacionais, focados no ensino de Matemática no Ensino Fundamental, na forma de questionário. Esta metodologia sugere aspectos técnicos, e aspectos relacionados à educação em termos gerais e específicos da Matemática. Nela, é sugerida a elaboração de um relatório no final da avaliação.
- Batista (2004) pede a metodologia SoftMat para avaliação de softwares educacionais que são voltados a Matemática do Ensino Médio, que é adaptada de Gladcheff (2001) e de Gamez (1998). Nesta metodologia é composta de um checklist disposto em 5 blocos e consideram tanto, aspectos educacionais quanto aspectos particulares referentes à Matemática do Ensino Médio, também com uma proposta de tratamento quantitativo dos dados.
- Reeves (1989) O autor sugere uma lista de itens na forma de conjunto de questões ou ações preestabelecidas, que visam conduzir os processos de avaliação a serem realizados. Nesta metodologia, pode apresentar um sistema de pontuação ou coletar comentários qualitativos, a partir das definições de duas abordagens para avaliação de software educacional. Uma delas se baseia em doze critérios pedagógicos e a outra em dez critérios relacionados a interface com o usuário.

O método escolhido para avaliação foi o método de Reeves por ser especificamente criado para ser utilizado como ferramenta para avaliação das características construtivistas dos softwares matemáticos para o ensino de álgebra e que se enquadra no contexto do

software selecionado para avaliação e por ser uma metodologia mais objetiva e uma das formas de avaliação mais rápidas devido ao tempo de planejamento programado para o experimento. Os 10 critérios de interface assim como os 12 critérios pedagógicos são avaliados por um procedimento gráfico, que consiste em fazer uma marca sobre uma escala com dois sentidos. Em cada extremidade da seta são colocados os conceitos opostos que caracterizam o critério em avaliação. A conclusão da avaliação é obtida graficamente, analisando-se a disposição dos pontos marcados nas setas que devem ser ligados colocando-se as setas umas sobre as outras.

2.2 Experiência do Usuário

Segundo Norman (2008), é importante saber se um software apoia adequadamente os usuários, nas suas tarefas e no ambiente em que será utilizado. Não se deve presumir que os usuários são como o próprio desenvolvedor do software e, portanto, bastaria sua avaliação individual para atestar esta qualidade.

. Experiência do Usuário (User eXperience-UX) diz respeito ao modo como uma pessoa se sente usando um serviço, sistema ou produto onde o primeiro requisito para uma experiência de usuário exemplar é atender às necessidades específicas do cliente, sem incomodo.

O autor Vermeeren (2010) fez uma análise e classificação dos métodos de avaliação de UX que estão atualmente disponíveis e estão listados:

- Self Assessment Scale (SAM) (Hyeon-Jeong, 2006) o SAM é uma ferramenta de avaliação de emoções que utiliza escalas gráficas, retratando personagens em forma de desenhos animados que expressam três elementos emocionais: prazer, alerta e dominância. O SAM tem sido usado frequentemente em avaliações de sistemas e é cada vez mais utilizado também em avaliações de softwares.
- Emotion Sampling Device (ESD) (Roseman, I.J., Antoniou, A.A., Jose, P.E. 1996): Série de perguntas cujas respostas conduzem ao longo de diferentes percursos para identificar 17 diferentes emoções sentidas pelo usuário durante a experiência de uso do software.
- Affect Grid (Russell, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. 1989): Escala concebida como um meio rápido de avaliar as dimensões de prazer-desprazer e excitação-sonolência. O participante marca o seu estado emocional corrente a uma grade de 9x9 bi-dimensional, onde a excitação forma o eixo y e agradabilidade o eixo x.
- Emocards (CJ & Tax, SJET. 2001): Método não-verbal para os usuários relatarem as suas emoções com cartões ou uma única folha de papel. No final de cada duração da tarefa/hora, uma pergunta é feita a uma pessoa e ela precisa escolher uma das várias caricaturas dos desenhos animados que identifique como eles estão se sentindo sobre sua interação.

Embora o método SAM tenha sido desenvolvido na língua inglesa, o usuário ao avaliar a sua experiência de uso, deve apenas selecionar uma opção em forma de desenho animado que mais se encaixe com o seu sentimento ao utilizar a ferramenta, uma vez que o uso de figuras substituindo uma escala verbal apresenta vantagens, como rapidez, facilidade e praticidade, em determinadas situações por exemplo, a quantidade de desenhos da escala gráfica é simples. Segundo Prates e Barbosa (2003), o uso de desenhos animados tem sido

validado mundialmente como uma representação interpretada de maneira consistente. Além de que esses instrumentos são menos subjetivos pois não dependem do julgamento do próprio participante para transformar emoções em palavras.

Juntamente com o SAM foi selecionado o método de sondagem de satisfação SUMI para que com a sua utilização se obtenha respostas sobre o modo como o usuário se sente utilizando um serviço, sistema ou produto. O SUMI é um questionário que está disponível comercialmente para a avaliação da usabilidade de software que foi desenvolvido, validado e padronizado em uma base internacional.

Ele é um método rigorosamente testado e comprovado de medir a qualidade do software a partir do ponto de vista do usuário final. Ele consiste em avaliar a qualidade do uso de um produto de software ou protótipo, e pode ajudar com a detecção de falhas de usabilidade.

Ele é recomendado para qualquer organização que deseje medir a percepção da qualidade de uso de software, e tem sido bem documentado por possuir ferramentas de qualidade para trabalhar que contribuem para a eficiência geral do pessoal e da qualidade de uso além de ser mencionado na norma ISO 9241 como um método reconhecido de testes de satisfação do usuário.

2.3 - Avaliação de Aprendizagem

Tratando-se da avaliação de aprendizagem, existem algumas metodologias sobre quando e como avaliar listadas a seguir:

- Antes do ciclo de uma aprendizagem a chamada Avaliação Diagnóstica ou Inicial.
- Durante o ciclo de uma aprendizagem, momento chamado de Avaliação Formativa, ou Contínua ou Sistemática.
- No fim do ciclo de aprendizagem, a Avaliação Sumativa para medir o grau de aprendizado do aluno

Segundo Christofari, A. C. (2006) avaliação, é um processo onde-se é feito uma recolha e interpretação sistemática de informações como, informações do software, decisões que implicam juízos de valor, com vista à uma tomada de decisão.

A Avaliação de Aprendizagem, e o seu papel como metodologia de avaliação, é um processo dos mais comuns e mais importantes no ensino e aprendizado, por isso esta forma de avaliação se torna a mais adequada para um contexto educacional pois permite que dessa forma, se regule uma maneira mais apropriada, de medir a aprendizagem do aluno, as relações entre ensino e conteúdo, aluno e educador.

2.3.1 - Avaliação Diagnóstica ou Inicial

Realizada no início de novas aprendizagens, sua intenção é de verificar o domínio de pré-requisitos por parte dos alunos. Trata-se de conhecer o nível inicial dos conhecimentos e aptidões dos alunos que permitirão estabelecer a ponte para os novos conhecimentos a adquirir no tema que passarão a estudar e para avaliar o conhecimento inicial por parte dos usuários antes de utilizar a ferramenta.

2.3.2 - Avaliação Formativa (Contínua ou Sistemática)

Esta forma de avaliação, acompanha o processo de ensino e aprendizagem, que em outras palavras, é onde se avalia o processo, na medida em que tem lugar durante a realização das atividades educacionais. A Avaliação Formativa tem controle contínuo que fornece ao aluno e ao instrutor, os resultados imediatos da ação, já que é feita durante os encontros. Esta avaliação também serve como conselheira na tomada de decisões sobre possíveis ajustamentos, como tempo útil e sobre o desempenho dos alunos em termos de aprendizado para observar a evolução durante o uso do software.

2.3.3 - Avaliação Sumativa

A avaliação Sumativa, é uma modalidade que é direcionada para avaliar os resultados do processo e ensino e aprendizagem com o objetivo de classificar os conhecimentos e competências adquiridas e as capacidades e atitudes desenvolvidas pelo aluno, durante a efetivação do uso da ferramenta. Esta avaliação é feita no fim do ciclo de aprendizagem.

Os roteiros são instrumentos compostos por um conjunto de exercícios que avaliam principalmente o nível de conhecimento que os alunos adquiriram ao longo do estudo.

Para a Avaliação Sumativa, são realizados exercícios avaliativos, a fim de avaliar o resultado da aprendizagem durante o uso do SE.

2. Planejamento e Passos Metodológicos

O planejamento do trabalho, juntamente com a pesquisa teve uma abordagem inicial focada no estudo exploratório e pesquisa de softwares educacionais que foi realizada através de uma busca qualitativa e quantitativa de SEs de Matemática e posteriormente uma seleção de um SE específico para o experimento, e seleção de alunos participantes que teve como objetivo, encontrar voluntários que estivessem cursando a disciplina de Cálculo II e analisar a correlação entre a qualidade do software analisado com relação a experiência do usuário, software educacional e a evolução no nível de aprendizado dos alunos.

A intenção da pesquisa exploratória de SE para o trabalho é tornar explícita as diferenças entre os softwares disponíveis para aprendizado e realizar um estudo sobre os softwares com a intenção de selecionar um SE que possa proporcionar maior familiaridade dos alunos com a matéria de estudo. A pesquisa exploratória, de um modo geral, foi desenvolvida e auxiliada pelo acompanhamento da professora de matemática.

Além de fazer uma pesquisa de Softwares Educacionais que atenda às necessidades do trabalho para aplicação das diferentes metodologias de avaliação, foi definido o número de alunos de aplicação do conteúdo na sala de aula e também o cenário de aplicação. A turma selecionada para a aplicação do experimento foi a turma de Cálculo II do curso de Ciências da Computação, no Campus IV da Universidade Federal da Paraíba em Rio Tinto, Paraíba. O cenário de aplicação dos roteiros do experimento foi apostado com abordagem no assunto de Derivadas. Cálculo II é uma disciplina que possui um alto índice de retenção de alunos e por isso esta turma foi selecionada.

A área de softwares educacionais voltados para matemática ainda sofre com a carência de softwares de boa qualidade e que auxiliem na educação. O software selecionado para realização deste trabalho foi o *Scilab*. O *Scilab* é um software de programação direcionado para o desenvolvimento de *scripts* e também para resolução de problemas

matemáticos sendo muito utilizado nas áreas da educação, em especial o ensino da álgebra linear e análise numérica. O *Scilab* é um software gratuito, distribuído com o código fonte aberto para modificação. Este permite trabalhar com polinômios, derivadas, funções de transferência, sistemas lineares, grafos e funções de álgebra linear. A tela inicial do software pode ser visualizada na figura a seguir:

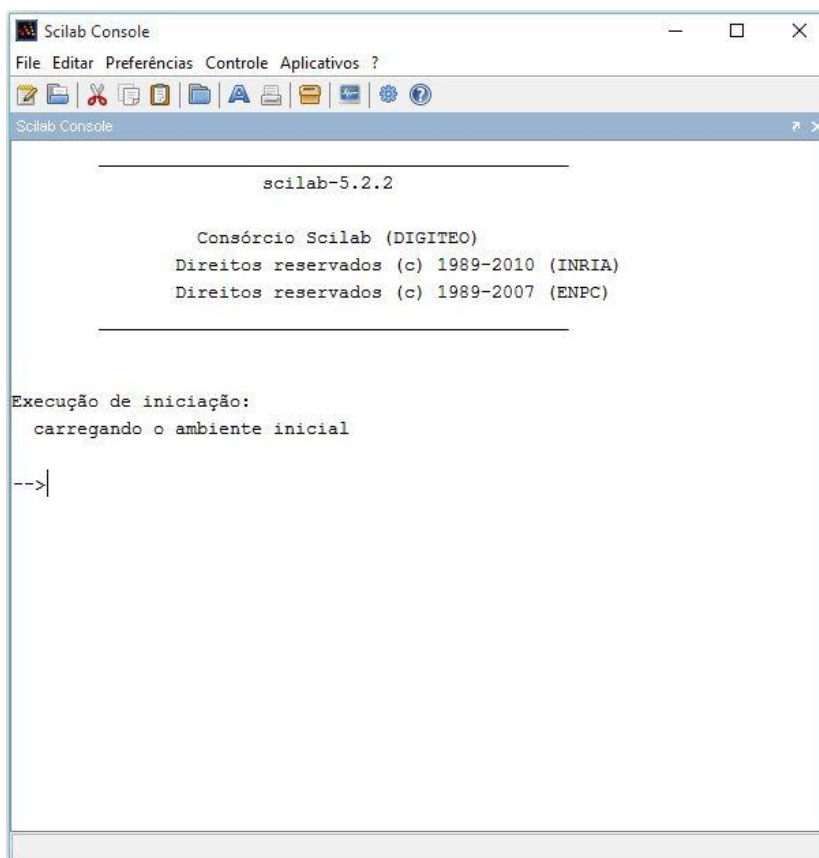


Figura 1 - Tela inicial do *Scilab*

Os principais motivos que levaram a escolha do *Scilab* como ferramenta de apoio à este trabalho foram: a) Software livre, sem custos para a instituição. A expressão “software livre” é remetida a quatro tipos ou níveis de iniciativas para os usuários do software, listadas a seguir:

- Iniciativa nº 0. A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito.
- Iniciativa nº 1. A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades.
- Iniciativa nº 2. A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar o seu próximo.
- Iniciativa nº 3. A liberdade de aperfeiçoar o programa e liberar seus aperfeiçoamentos de modo que toda a comunidade se beneficie.

b) Similar ao software proprietário *Matlab*, software de programação consolidado na área de softwares matemáticos mas que não é gratuito; c) Possui interface gráfica ao contrário ao

contrário de outros softwares do mesmo seguimento; d) Linguagem de programação de alto nível, bem documentada e bem aceita na academia; e) Funções numéricas embutidas que atendem ao conteúdo visto na disciplina. A versão escolhida do software foi a 5.4.1.

Três critérios foram utilizados para selecionar os usuários: (1) estar devidamente matriculado na disciplina de Cálculo II; (2) ter conhecimento sobre Derivadas; e (3) nunca ter utilizado o *Scilab*, pois para medir a experiência do usuário é necessário que ele nunca tenha tido contato com a ferramenta de estudo. Ao todo, 7 usuários voluntários concordaram em participar das avaliações. A turma de Cálculo II por se encaixar nos requisitos necessários como disciplina que envolva matemática e por abordar o conteúdo de derivadas mais detalhadamente, diferentemente de outras disciplinas de cálculo dos cursos das quais o conteúdo de derivadas era apenas introdutório, para realização adequada do experimento, ela foi escolhida. O conteúdo de derivadas havia sido recentemente abordado pelo professor da disciplina, facilitando assim o experimento com os usuários. Para a etapa de Avaliação de Aprendizado e Experiência do Usuário, foram selecionadas atividades que poderão ser frequentemente realizadas pelos usuários ao utilizar a ferramenta quando voltada para o aprendizado do conteúdo. De acordo com Nielsen, J. (1993), para selecionar as atividades, elas precisam ser escolhidas de uma forma que sejam as mais representativas possíveis. Neste caso, as atividades avaliativas a serem aplicadas com os usuários foram: (i) Utilizar métodos analíticos iniciais para determinar o grau de conhecimento da disciplina; (ii) Calcular derivadas utilizando a ferramenta; (iii) Gerar o gráfico de funções e suas derivadas, utilizando o *Scilab*; (iv) Gerar mais de um gráfico de uma derivada em uma mesma janela.

Todas estas atividades foram divididas em três roteiros. No primeiro roteiro, é pedido que os alunos respondam a algumas questões utilizando apenas os seus conhecimentos aprendidos ao longo da disciplina de Cálculo II. Posterior a apresentação do software, é pedido aos usuários que respondem ao segundo roteiro composto por questões de derivadas, mas que fosse resolvido utilizando agora a ferramenta como auxílio. Por último o terceiro roteiro de questões, tem como objetivo medir o aprendizado dos alunos, após uso do software.

- Durante os 2 encontros planejados de acordo com a disponibilidade dos usuários que foram realizados no laboratório do campus, os instrutores explicavam para todos, como funcionava a ferramenta e como seria o processo a ser seguido. Em seguida, era solicitado que cada usuário:

- Executasse as atividades presentes nos roteiros e o avisasse ao concluí-las. Enquanto os usuários realizavam as atividades, o instrutor os auxiliava na resolução de dúvidas e observação de erros.

- Respondesse ao questionário SAM com relação à sua expectativa sobre o *Scilab*;

- Respondesse outro questionário de sondagem de satisfação o SUMI com relação a experiência ao utilizar a ferramenta.

Durante todo o processo de execução os usuários realizaram as atividades individualmente e só receberam auxílio dos instrutores.

A avaliação do *Scilab* pelo método de Reeves pode ser observada na Figura 2 com alguns critérios pedagógicos e exemplificados a seguir:

5 – Avaliação do Software Educacional

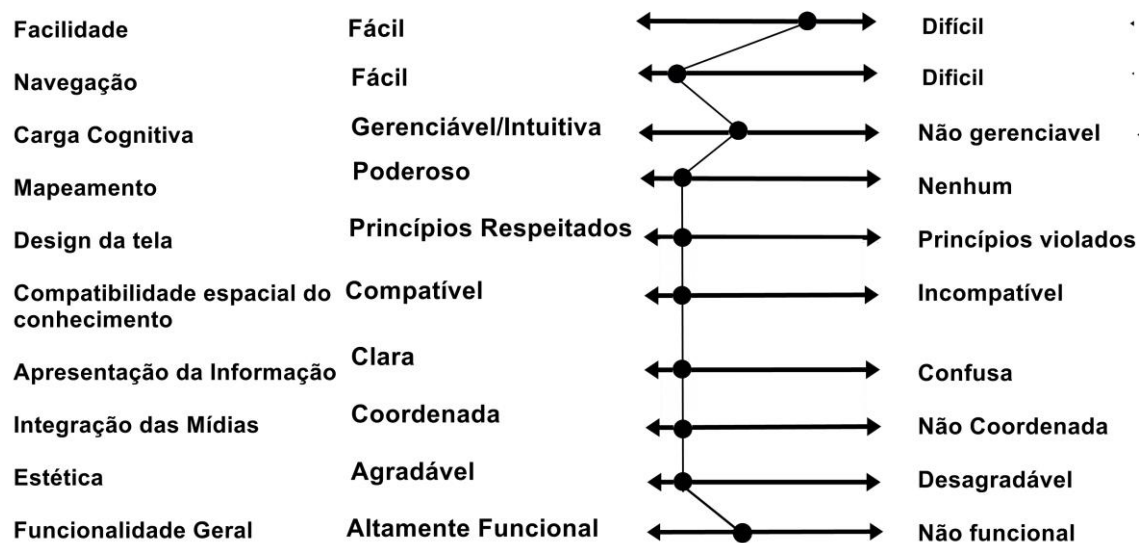


Figura 2 – Critérios de Interface Aplicados ao *Scilab* – Método de Reeves

A facilidade da interface do software foi avaliada como difícil, pois para o usuário inicial que não tenha conhecimento sobre softwares de programação, talvez sinta alguma dificuldade sobre como encontrar determinada função e sobre onde e como executar os comandos para visualizar a ação desejada.

O design da tela, foi considerado bom, com os princípios de tela respeitados, sobre posicionamento de botões e funcionalidades que são tipicamente encontradas em softwares de programação e com programação voltados para matemática, juntamente com a estética, que apresenta uma tela que pode ser facilmente ajustada e possui um modelo simplista para digitação de comandos sem dificultar a visualização com informações irrelevantes ou confusas. O mapeamento, navegação, compatibilidade espacial do conhecimento, integração das mídias, a apresentação da informação, foram considerados positivos por apresentar as informações da forma esperada e por último a funcionalidade geral, é considerada razoavelmente funcional, visto que o software embora cumpra bem o que é mostrado para o usuário, não obtém máxima avaliação em todos os critérios apresentados.

A avaliação do *Scilab* pelo método de Reeves pode ser observada na Figura 3, com alguns dos critérios avaliados explicados a seguir:

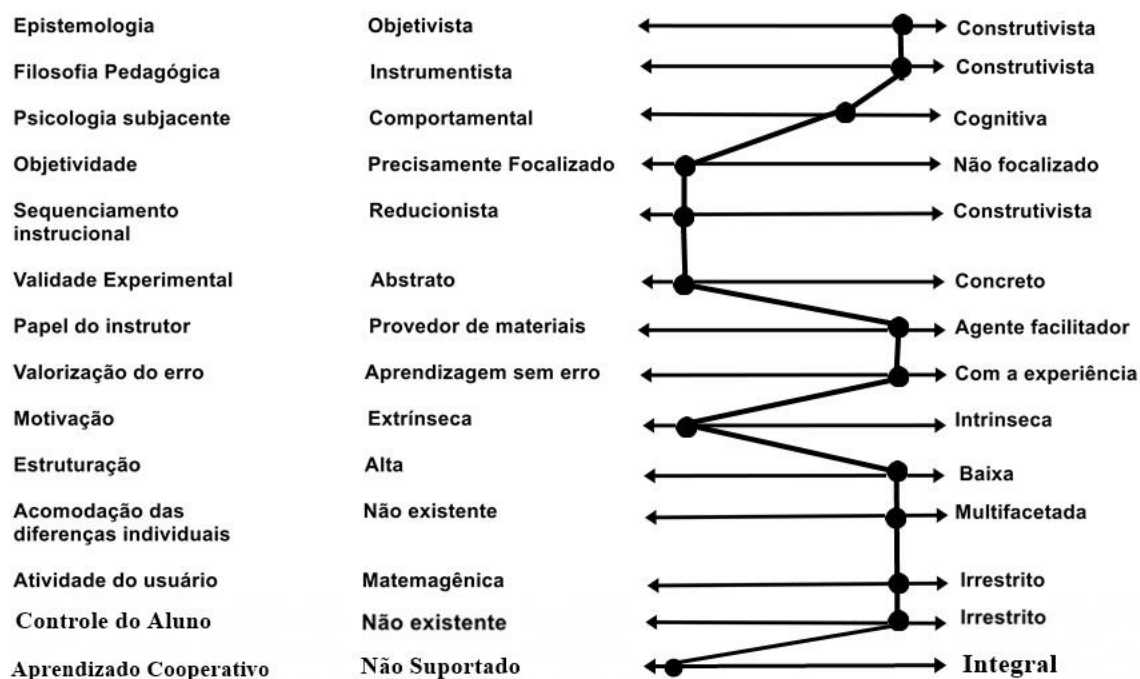


Figura 3 – Aspectos Pedagógicos – Método de Reeves

A epistemologia foi considerada construtivista, visto que epistemologia construtivista é quando o conhecimento vai sendo construído de acordo com experiências anteriores e pelo software possuir alto grau de informações perante o erro, o usuário pode evoluir e aprender com os seus erros. Assim como a filosofia pedagógica do software foi considerada construtivista pois enfatiza a intenção, a estratégia, a experiência do usuário considerado como detentor de conhecimentos e motivações.

O Papel do software como instrutor foi considerado como agente facilitador pois o software é visto como uma fonte de orientação e consulta. A Psicologia Subjacente foi considerada cognitiva, pois os usuários, ao usarem o software, a aquisição de conhecimento se dá através da atenção, associação, memória e raciocínio. A Objetividade foi considerada focalizada pois é a forma que se utiliza na aprendizagem focada no conteúdo específico, diferentemente da não focalizada que é baseada na forma de micro-mundos e simulações virtuais. O Sequenciamento Instrucional foi considerado reducionista pelo fato de o aprendizado de determinado conteúdo precisar ser previamente entendido. Na Valorização do erro o software foi avaliado com experiência por prevê que os usuários aprendam com seus erros e evoluam a cada dificuldade encontrada de forma a superá-la. A Motivação foi considerada extrínseca, pois para a utilização do software, o usuário precisa ter um conhecimento prévio sobre o assunto que será abordado com auxílio da ferramenta, ou seja quando a motivação vem de fora do ambiente de aprendizado. A Estruturação foi considerada baixa pois o usuário pode escolher a como deseja começar e também a forma que deseja utilizar a ferramenta para o aprendizado. A acomodação do software foi considerada com diferenças individuais inexistentes, visto que todos os usuários passaram pelo mesmo processo de avaliação e estavam no mesmo nível de conhecimento aptos a realizar a experiência sem ter tido nenhum contato exterior com a ferramenta. O Controle do Aluno foi considerado irrestrito pelo motivo de que todo o controle do software pertence

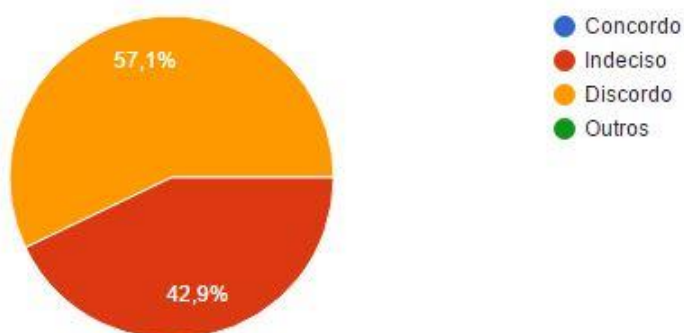
ao usuário ficando a seu critério as ações que deseja utilizar. A Atividade do usuário foi marcada como matemagenico pois esse critério refere-se a ambientes de aprendizagem onde se quer capacitar o aluno para acessar as várias representações do conteúdo. O aprendizado cooperativo foi avaliado como não suportado, pois o usuário para a sua utilização precisa utilizar o software individualmente.

5.1 – Avaliação da Experiência do Usuário

Através do formulário de sondagem de satisfação (SUMI) pôde ser medido o grau de concordância e discordância dos usuários com o uso da ferramenta. Em um contexto mais simplista, qualquer desenvolvedor pode analisar os resultados, visto que eles são de fácil interpretação.

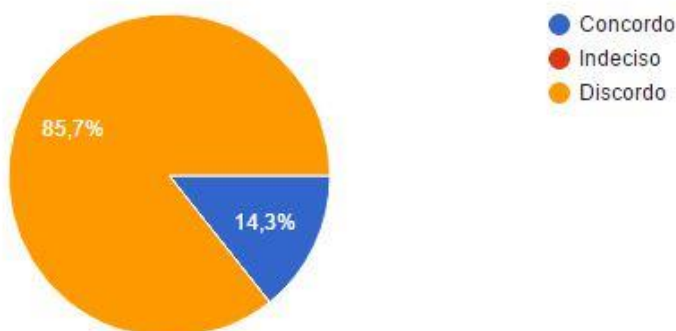
Os valores do questionário de sondagem de satisfação (SUMI) foram interpretados com base nos valores analíticos obtidos através dos gráficos gerados pelos formulários do Google Formulários.

Este software responde lentamente os comandos. (7 respostas)



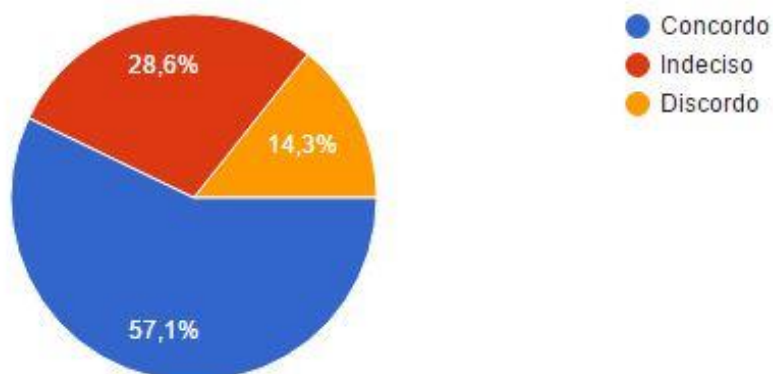
Quadro 1 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

O software em algum momento parou inesperadamente. (7 respostas)



Quadro 2 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

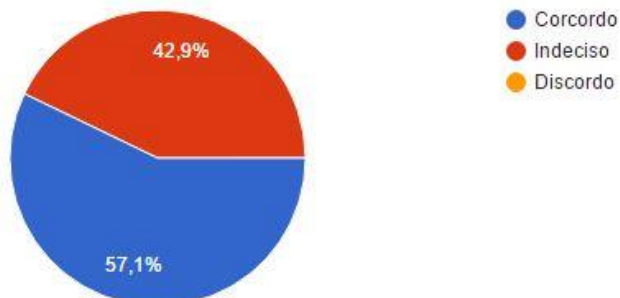
O estudo com este software é satisfatório. (7 respostas)



Quadro 3 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

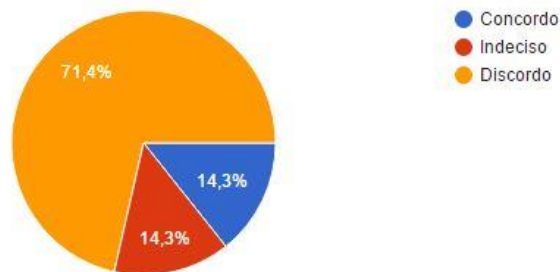
A maneira que as informações são apresentadas, são claras e compreensíveis.

(7 respostas)



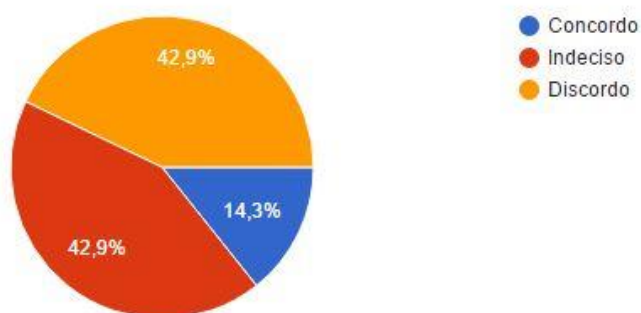
Quadro 4 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

Este software atrapalha na maneira que eu normalmente costumo estudar. (7 respostas)



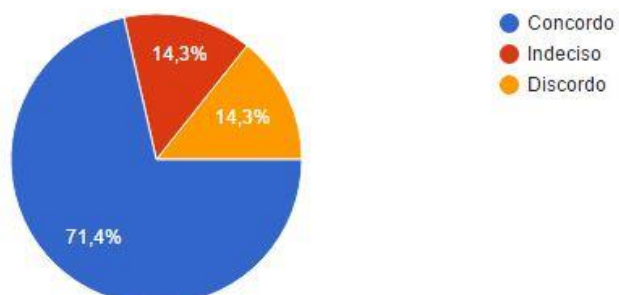
Quadro 5 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

Nunca há informação suficiente na tela quando é necessário. (7 respostas)



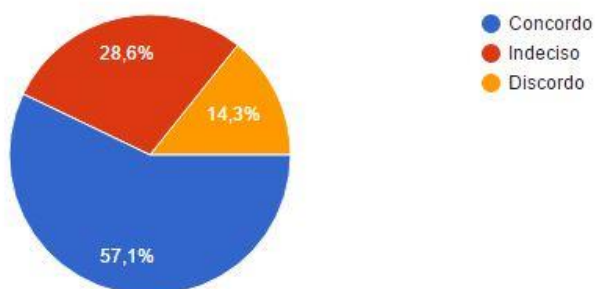
Quadro 6 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

Precisa-se ler muito antes de poder utilizar o software. (7 respostas)



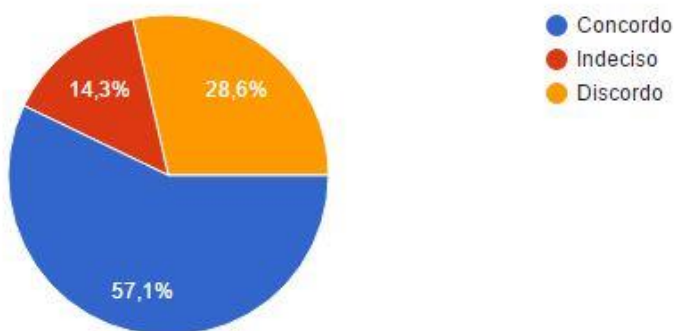
Quadro 7 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

É relativamente fácil alternar de uma tarefa para outra (7 respostas)



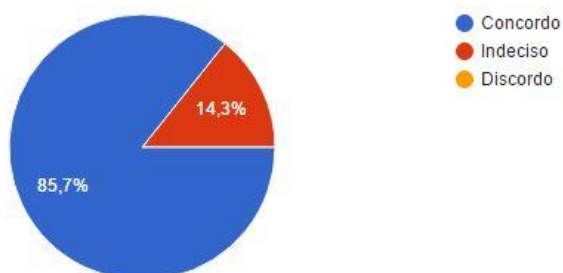
Quadro 8 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

Aprender a utilizar as novas funções é difícil. (7 respostas)



Quadro 9 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

A velocidade das respostas do software são rápidas o suficiente. (7 respostas)



Quadro 10 – Resultado e Análise da Avaliação da Experiência do Usuário

5.1.1 - Análise da Avaliação de Experiência do Usuário

Os Quadros de 1 a 10 apresentam os resultados em grau de concordância, indecisões ou discordâncias por parte dos usuários. É possível observar que no Quadro 1, a maioria

dos usuários discorda sobre a demora que o software leva para responder aos comandos, assim como no Quadro 2, é possível verificar que para a maioria dos usuário o software não parou inesperadamente, como também verificou-se através do Quadro 3, que a maioria dos usuários concorda de que o estudo utilizando a ferramenta é satisfatório, assim como no Quadro 4, no qual a maioria dos usuários afirma que a informação apresentada pelo software é clara e que de acordo com a utilização da ferramenta por parte dos usuários, como se pode observar no Quadro 5, porém é possível aferir com base no Quadro 7, que para uma melhor experiência com a ferramenta, é necessário que se faça uma leitura antes sobre como o software funciona. De acordo com os usuários da ferramenta, e como visto no Quadro 8, a maioria dos usuários considera relativamente fácil alternar de uma funcionalidade para outra muito embora consideram a ferramenta como exposto no Quadro 9, que aprender novas funcionalidades com a ferramenta não é tão fácil e por último, no Quadro 10, a maioria dos usuários considerou o software relativamente rápido. A partir desta análise, pode-se observar que ele não atrapalha na maneira como a maioria dos usuários costumam estudar. O alto percentual de concordância em algumas atividades mostraram que algumas tarefas foram difíceis de realizar através de alguns dos usuários além de terem dificuldades de aprender os comandos do software apontaram que precisa-se ler muito para utilizar os comandos do software mostrando o quão difícil pode ser utilizar a ferramenta se o usuário não tiver algum conhecimento inicial de programação ou não estiver familiarizado com o assunto que será abordado pela ferramenta em sala, assim como alguns usuários acharam que aprender a utilizar novas funções é difícil. Em contrapartida pode-se concluir que os usuários acharam o estudo do software satisfatório e que as informações apresentadas são claras e compreensíveis indicando que é possível associar as informações geradas pelo software com o conteúdo que poderá ser estudado utilizando a ferramenta garantindo um melhor entendimento sobre o conteúdo.

5.1.2 - Satisfação

Com relação a satisfação dos usuários ao responderem o questionário SAM após a utilização do software as emoções foram distintas:

Dos 7 usuários voluntários, 3 usuários sentiram emoções variantes de satisfeitos e otimistas ao utilizarem o software, enquanto 2 usuários se sentiram contentes ao usar a ferramenta e 2 usuários sentiram-se prazerosos com o uso da ferramenta.

Com base nas emoções sentidas pelos usuários ao responderem o questionário SAM, pode-se concluir que a maioria dos participantes tiveram emoções positivas com a utilização da ferramenta quando voltada para o aprendizado mostrando que o *Scilab* como produto final satisfaz às expectativas, dentro daquilo que foi acordado inicialmente através de sua proposta como ferramenta de programação e de estudo.

5.1.3 – Sentimento de Controle

A respeito do sentimento de controle ao utilizar a ferramenta, os usuários ao responderem o questionário SAM após a utilização do software suas emoções foram distintas, no qual 3 usuários sentiram-se dominantes no uso da ferramenta e 3 usuários sentiram um sentimento de autonomia no decorrer do uso enquanto 1 usuário se sentiu guiado pela mesma.

A maioria dos usuários se mostraram divididos entre emoções que caracterizam uma posição de controle por parte do software, e controlados pelo mesmo, o que indica que os usuários não tinham um controle total da ferramenta e se sentiam a maior parte das

atividades guiados pelo software durante a sua utilização. Isso mostra que para se ter um controle total da ferramenta, é preciso antes ter um grau de conhecimento elevado, tanto sobre o assunto abordado, quanto da ferramenta voltada para programação. É aconselhável que a ferramenta seja utilizada em um contexto acadêmico da área computacional.

5.3.3 - Motivação

Metade dos usuários sentiram emoções variantes de calmo a animados após a utilização da ferramenta. Calmo indica que mesmo após o uso, não se pôde observar uma motivação por parte dos usuários sobre reutilizar o software posteriormente. Os demais se sentiram estimulados após a utilização, o que pode indicar de uma forma positiva o seu posterior uso e uma melhora no aprendizado de uso do software com uma possível indicação de que com o seu uso, o software possa aumentar o aprendizado de determinado assunto.

5.2 – Avaliação do Aprendizado e Análise

A avaliação da aprendizagem dos usuários ao utilizarem a ferramenta deveria ser dividida em três momentos. Inicialmente foi aplicada uma avaliação diagnóstica com o intuito de avaliar o conhecimento dos usuários em relação ao conteúdo escolhido. Os alunos deveriam construir o gráfico de uma função polinomial usando métodos analíticos.

Na segunda etapa do experimento, foi pedido aos usuários que respondessem a um segundo roteiro de questões utilizando o Scilab. Neste momento os alunos deveriam observar na prática os resultados dos métodos analíticos utilizados para resolver a atividade da primeira etapa. Por exemplo, os alunos deveriam observar, através do gráfico da função e de sua derivada, que nos intervalos de crescimento (decréscimo) da função a derivada tem sinal positivo (negativo).

Finalmente, na terceira parte do experimento, os alunos deveriam, novamente, traçar o gráfico de uma função usando métodos analíticos. Entretanto, não houve tempo suficiente para a realização desta tarefa. Observou-se que os alunos precisaram de mais tempo que o previsto para familiarizarem-se com a ferramenta. Ou seja, os comandos utilizados para realizar tarefas relacionadas ao conteúdo de funções, derivadas, construção de gráficos não são tão amigáveis para usuários iniciantes.

Embora o ciclo de avaliação de aprendizado não possa ter sido concluído por completo, a partir da resolução do primeiro roteiro, pôde-se perceber que sem a ajuda do software e utilizando apenas métodos analíticos para resolução das atividades, os usuários não conseguiram resolver a maioria das questões ou não resolveram nenhuma das questões propostas nesta primeira etapa. Ficando claro que o conhecimento por parte dos usuários no momento antes da utilização da ferramenta estava abaixo do esperado.

A partir da resolução do segundo roteiro, houve um avanço considerável na aprendizagem do conteúdo abordado onde os usuários conseguiram resolver boa parte das questões presentes nesta etapa. Os usuários conseguiram gerar e observar os gráficos de cada função que eram pedidos nos roteiros e conseguiram observar também os pontos intervalos de crescimento (decréscimo) das funções.

6 – Conclusões

Através da avaliação feita pelo método de Reeves, levando em conta todos os aspectos que o compõem, é possível concluir que a ferramenta de estudo possui vários dos critérios apresentados pelo autor no qual a maioria delas é avaliada como ideal pois atende aos requisitos que são vivenciados pelo usuário, além de atender requisitos previstos na hora da escolha. Da análise, do software este apresenta em geral, um caráter mais construtivista, privilegiando assim a construção do conhecimento em detrimento ao simples resultado, concluindo-se que o *Scilab* é de grande utilidade no processo de ensino–aprendizagem, pois é uma ferramenta que pode ser usada para tornar o ensino da Matemática mais experimental, permitindo a abordagem de problemas mais complicados com visualização gráfica, dando assim oportunidade ao usuário de aprender fazendo.

Através dos questionamentos feitos aos usuários voluntários através do questionário de satisfação, conclui-se que as características que esperam ou querem ter de um software que irão usar com a finalidade de estudo, estão presentes no software resumidamente em alguns pontos que softwares que são considerados bem escritos têm em comum. como legibilidade dos scripts que significa mais compreensão e facilidade para todos. Simplicidade e Flexibilidade a sistemas operacionais diversos e forma de utilização educacional e Funcional. Como também através da avaliação da experiência do usuário pode-se observar que melhorias no software devem ser realizadas a fim de que o usuário se sinta bem ao utilizar a ferramenta. Os 7 usuários que participaram destas avaliações foram voluntários.

Do ponto de vista educacional, para que o uso do software seja eficaz, o processo de ensino também depende de muito planejamento e preparo por parte do educador. Utilizar o software em sala não é uma tarefa muito simples se o seu uso seja como recurso de ensino propriamente dito, pois, o *Scilab* se destaca mais como uma ferramenta voltada para exercícios, fixação de conteúdo e geração de gráficos.

Do ponto de vista relacionado ao aprendizado, pôde-se notar que com os usuários utilizando a ferramenta como auxílio para resolução de questões os alunos se sentiram mais motivados em resolver as questões e o aprendizado evoluiu. No primeiro momento, os usuários não conseguiram calcular uma derivada e gerar o seu gráfico, diferentemente, na segunda etapa, foi possível realizar estas atividades que não tinham sido concluídas na primeira.

O educador, ao utilizar o software em sala de aula, é importante também se perguntar se o uso do software, ajudará o usuário a avançar e obter conhecimento em determinado conteúdo. Outro ponto importante, a considerar em experimento futuro é permitir que os alunos façam uma manipulação inicial no programa por alguns minutos, antes de iniciarem as atividades afim de fazer o usuário conhecer a ferramenta e refletir sobre o que está fazendo.

Uma sugestão para um possível trabalho futuro, seria utilizar uma amostra maior de usuários voluntários a fim de se obter com mais precisão os resultados de análise por parte dos usuários, assim como também utilizar outros conteúdos da matemática no qual o conteúdo sobre Integral poderia ser um exemplo

Através deste relato de experiência pode-se concluir que é possível executar uma avaliação de UX em conjunto com usuários. Os resultados da avaliação de UX e

usabilidade ajudaram a identificar como o usuário se sente e quais são suas emoções ao utilizar a ferramenta, além de identificar problemas de usabilidade. Isto é importante para aceitação do software para o auxílio de aprendizado de cálculo, pois se o usuário não se identificar com o mesmo, pode o substituir por outro aplicativo mais agradável e que aumente mais as suas chances de absorção de conteúdo. Estas avaliações são importantes também para toda a indústria de software, pois é através delas, que o software desenvolvido por elas pode se tornar mais intuitivo e sem problemas de usabilidade. Dessa forma, espera-se incentivar a indústria de software a realizar avaliações de UX e usabilidade com maior frequência, pois este é um meio eficaz para se identificar problemas e descobrir o que os usuários sentem ao utilizarem os softwares.

7. Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e inteligência para superar todas as dificuldades e conseguir chegar onde estou hoje.

A Universidade Federal da Paraíba e todo seu corpo docente, além da direção e a administração, que realizam seu trabalho com tanta dedicação, trabalhando incansavelmente para que nós, alunos, possamos contar com um ensino de extrema qualidade.

As minhas professoras Yuska Aguiar e Juliana Aragão por toda orientação e ajuda que me foram dados.

A minha orientadora, Adriana Clericuzi, pela paciência, dedicação e ensinamentos que possibilitaram que eu realizasse este trabalho.

Agradeço de forma especial aos meus pais, por não medirem esforços para que eu pudesse levar meus estudos adiante.

E aos meus amigos por confiarem em mim e estarem ao meu lado em todos os momentos da vida em especial ao meu amigo Hyago de Brito Correia (*in memoriam*) que não pôde estar presente neste momento tão especial da minha vida acadêmica.

8. Referências

Batista, S. SoftMat: Avaliação e Disponibilidade de Softwares Educacionais para Aprendizagem de Matemática no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado). Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF.

- Silva, C. M. D., & CAVALGANTE, P. (2002). Avaliação de software educacional. Revista on-line de Educação a Distância.
- Campos, G.H.B. (1989). Construção e validação de ficha de avaliação de produtos educacionais para microcomputadores. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, UFRJ.
- Christofari, A. C. (2006). Avaliação e Inclusão Escolar: desafios, conflitos e possibilidades. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. In Congresso Internacional de Educação, V.
- Gamez, L. (1998) Ergonomia Escolar e as Novas Tecnologias no Ensino: Enfoque na Avaliação de Software Educacional. Dissertação (Mestrado). Universidade de Minho.
- Garzella, F. A. C. (2013). A disciplina de cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Educação. UNICAMP.
- Giraffa, L.M. (1999). Uma Arquitetura de Tutor utilizando Estados Mentais. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.
- Gladcheff, A. P. (2001). Um instrumento de avaliação da qualidade para software educacional de matemática. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo.
- Meira, L. (1995). Mediation by tools in the mathematics classroom, Proceedings of the XIX International Conference for the Psychology of Mathematical Education (Vol. 1). Recife, Brazil.
- Meira, L. (1998) Making sense of Instructional Devices: The emergence of Transparence in Mathematical Activity, Journal for Research in Mathematics Education (Vol. 29). Recife, Brazil.
- Milani, E. (2001). A informática e a comunicação matemática. Em K. S. Somle & M.I. Diniz (Orgs): Ler, escrever e resolver problemas: Habilidades básicas para aprender. A informática e a comunicação matemática. Porto Alegre RS.
- Nielsen, J. (1993). Usability Engineering. In Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA.
- Norman, D. A. (2008). Design emocional: por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia. Rocco.
- Suk, Hyeon-Jeong. (2006). Color and Emotion - a study on the affective judgment across media and relation to visual stimuli. University of Mannheim.
- Oliveira, N. (2001). Uma Proposta para a Avaliação de Software Educacional. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis, SC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
- Prates, R. O., & Barbosa, S. D. J. (2003, July). Avaliação de Interfaces de Usuário– Conceitos e Métodos. In Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Capítulo (Vol. 6).

- Pressman, R.S. (2000). Software Engineering: a Practitioner's Approach. 5. Ed. New York: McGraw-Hill.
- Russell, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect grid: A single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*.
- Roseman, I.J., Antoniou, A.A, Jose, P.E. (1996). Appraisal determinants of emotions: constructing a more accurate and comprehensive theory, *Cognition and Emotion*.
- Silva, C. M. D., & CAVALGANTE, P. (2002). Avaliação de software educacional. *Revista on-line de Educação a Distância* Cavalcante-UFPE, Patrícia Smith. "AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL."
- Tajra, S. F. (2000). Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade. São Paulo, SP
- Reeves, Thomas.- Systematic Evaluation Procedures for Interactive Multimedia for Education and Training. *Multimedia computing: preparing for the 21 st century*. Hanisburg, PA. Idea Group. 1994
- Vermeeren, A. P.O.S., Law, E. L., Roto, V., Obrist, M., Hoonhout, J.