



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SOFTWARE EDUCACIONAL GEOGEBRA
APLICANDO A MÉTRICA *SYSTEM USABILITY SCALE*

RIO BRANCO

2017

ELIZETE DO NASCIMENTO LINO

**AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SOFTWARE EDUCACIONAL GEOGEBRA
APLICANDO A MÉTRICA *SYSTEM USABILITY SCALE***

Monografia apresentada como exigência final para obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação da Universidade Federal do Acre.

Prof. Orientador: Prof. Luiz Augusto Matos da Silva, M. Sc.

Co-orientador: Albert França Josué Costa.

RIO BRANCO

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

ELIZETE DO NASCIMENTO LINO

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SOFTWARE EDUCACIONAL GEOGEBRA APLICANDO A MÉTRICA *SYSTEM USABILITY SCALE*

Esta monografia foi apresentada como trabalho de conclusão de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal do Acre, sendo aprovado pela banca constituída pelo professor orientador e membros abaixo mencionados.

Compuseram a banca:

Prof. Luiz Augusto Matos da Silva, M. Sc. (orientador)
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Prof^a. Salete Maria Chalub Bandeira, Dra.
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Prof. Wilker L. Maia Gadelha, M. Sc.
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Rio Branco, AC, 28 de novembro de 2017.

Ao meu Pai e minha Mãe.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela certeza da presença em todos os momentos dessa caminhada, por ser minha maior força nos momentos difíceis, e por tudo o que tem feito em minha vida.

Agradeço à família e amigos. E a todos aos que de alguma forma me apoiaram em cada etapa deste curso.

Agradeço aos meus professores do curso, todos foram fundamentais e de extrema importância nessa minha trajetória acadêmica.

Agradeço ao Albert França Josué Costa pela contribuição essencial, sem esta contribuição o trabalho não teria sido realizado, pelo empenho em ajudar, por ter aceitado a proposta de ser co-orientador, pelo incentivo e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao professor e orientador, Luiz Augusto Matos da Silva, pela disposição, dedicação e paciência durante a orientação, pelas oportunidades apresentadas, pelo incentivo proporcionado no qual me fez continuar em momentos que pensei que não conseguiria, por todo apoio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho.

*Verdadeiramente suave é a luz, e agradável é aos olhos ver
o sol. (Eclês. 11:7)*

RESUMO

O progressivo uso de ferramentas de Tecnologias da Informação no âmbito educativo tem exigido criar mecanismos que possibilitem mensurar sua qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o software educativo GeoGebra, utilizando a métrica *System Usability Scale*. A metodologia baseou-se no estudo bibliográfico dos princípios teóricos da área de Interface Homem Máquina, realização de análise de softwares educativos com foco na usabilidade e métricas de avaliação de sistemas educacionais interativos. Como contribuição, este trabalho traz a realização de um estudo de caso que busca avaliar a usabilidade do GeoGebra por alunos do curso de Licenciatura em Matemática, na Universidade Federal do Acre. Ao final desta pesquisa, o software GeoGebra comprovou-se usual diante do universo do caso de estudo, com usabilidade suficiente para compreensão de seus usuários, obtendo uma média de avaliação de 69,95 pontos, que o classifica como acima da média, justificando seu uso em ambiente educacional.

Palavras-chave: System Usability Scale, GeoGebra, Avaliação de Usabilidade.

ABSTRACT

The progressive use of Information Technology tools in the educational field has required the creation of mechanisms that allow the measurement of its quality. The goal of this paper was evaluating the educational software GeoGebra, using the System Usability Scale metric. The methodology was based on the bibliographic study of the theoretical principles of the Human-Machine Interface, an analysis of educational software focused on usability and evaluation metrics of interactive educational systems. As a contribution, this paper seeks to evaluate GeoGebra's usability by students from the Mathematics degree Course, from Universidade Federal do Acre. At the end of this research, GeoGebra proved useful within the case study, with usability enough for its users to comprehend it, obtaining an average of 69.95 points, which classifies it as above average, justifying its use in an educational environment.

Key-words: System Usability Scale, GeoGebra, Usability Evaluation.

TABELAS E QUADROS

TABELA 1. QUESTIONÁRIO DO SUS38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. OBJETOS DE ESTUDOS EM IHC.....	20
FIGURA 2. PROCESSO DE INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR.....	22
FIGURA 3. ELEMENTOS ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE INTERAÇÃO	23
FIGURA 4. PERSPECTIVA DE INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR.....	24
FIGURA 5. CICLO DA VIDA PARA ENGENHARIA DE USABILIDADE	25
FIGURA 6. ESTRUTURA DE USABILIDADE.	27
FIGURA 7. USUÁRIO E COMUNICAÇÃO USUÁRIO-SISTEMA.....	28
FIGURA 8. PÁGINA DE DOWNLOAD DA FERRAMENTA GEOGEBRA	34
FIGURA 9. TELA INICIAL DA APLICAÇÃO GEOGEBRA	35
FIGURA 10. RESOLUÇÃO DE ATIVIDADE PELOS ALUNOS DO CURSO DE MATEMÁTICA, UTILIZANDO O APLICATIVO GEOGEBRA.	36
A FIGURA 10 DEMONSTRA EM SEUS RESULTADOS TODAS AS INTENÇÕES DA QUESTÃO AO OFERECER SUAS RAÍZES E VÉRTICE, ALÉM DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA, QUE AUXILIA A COMPREENSÃO DO RESULTADO.	36
FIGURA 11. SEXO DOS USUÁRIOS PARTICIPANTES.	41
FIGURA 12. CONHECIMENTO SOBRE INFORMÁTICA.....	41
FIGURA 13. FAIXA ETÁRIA DOS USUÁRIOS PARTICIPANTES.	42
FIGURA 14. QUAL O MOTIVO DA ESCOLHA DO CURSO LICENCIATURA EM MATEMÁTICA.	42
FIGURA 15. PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS DE EXTENSÃO NA ÁREA DE TI. ...	43
FIGURA 16. USO DE RECURSOS DE TI EM ESTÁGIO SUPERVISIONADO.....	43
FIGURA 17. USO DE APLICAÇÕES EM ESTÁGIO SUPERVISIONADO.....	44
FIGURA 18. INCENTIVO AO USO DE SOFTWARES EDUCATIVOS.....	44
FIGURA 19. CONHECIMENTO SOBRE A FERRAMENTA GEOGEBRA.	45
FIGURA 20. CONHECIMENTO EM OUTROS SOFTWARES.....	45
FIGURA 21. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 1 DO MÉTODO SUS.	46
FIGURA 22. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 2 DO MÉTODO SUS.	46
FIGURA 23. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 3 DO MÉTODO SUS.	47
FIGURA 24. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 4 DO MÉTODO SUS.	47
FIGURA 25. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 5 DO MÉTODO SUS.	48

FIGURA 26. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 6 DO MÉTODO SUS.	48
FIGURA 27. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 7 DO MÉTODO SUS.	49
FIGURA 28. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 8 DO MÉTODO SUS.	49
FIGURA 29. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 9 DO MÉTODO SUS	50
FIGURA 30. AVALIAÇÃO DA QUESTÃO 10 DO MÉTODO SUS.	50
PARA A APLICAÇÃO DA MÉTRICA SUS, FOI FEITA A CONSOLIDAÇÃO DE DADOS DOS USUÁRIOS PARTICIPANTES, COMO DEMONSTRADO NA FIGURA 31. LOGO, FEITA A AVALIAÇÃO DO SOFTWARE PELO MÉTODO SUS, OBTIVEMOS O RESULTADO DE 70% DE SATISFAÇÃO, CLASSIFICANDO ASSIM A USABILIDADE, PELO MÉTODO SUS COMO ACIMA DA MÉDIA.	50
FIGURA 31. GRÁFICO PERCENTIL RANKING	51
FIGURA 32. RESULTADO FINAL NORMALIZADO.	51
FIGURA 33. RESPOSTAS DAS PERGUNTAS ÍMPARES DA MÉTRICA SUS.....	52
FIGURA 34. RESPOSTAS DAS PERGUNTAS PARES DA MÉTRICA SUS.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Geral	14
1.2.2 Específicos	14
1.3 METODOLOGIA.....	15
1.4 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO.....	15
2 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR.....	16
2.1 DEFINIÇÕES	16
2.2 INTERFACE	21
2.3 INTERAÇÃO	23
2.4 USABILIDADE.....	24
2.5 COMUNICABILIDADE	27
2.3 AVALIAÇÃO DAS INTERFACES	28
3 SOFTWARES EDUCATIVOS	31
3.1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO	31
3.2 AVALIAÇÃO DE INTERFACE DE SOFTWARES EDUCATIVOS	33
3.3 GEOGEBRA.....	33
3.4 A FERRAMENTA GEOGEBRA E SUAS PRINCIPAIS FUNÇÕES	35
4 SYSTEM USABILITY SCALE.....	36
4.1 CONSIDERAÇÕES AO USAR O SUS.....	37

4.2 A ESCALA DE USABILIDADE DO SISTEMA	37
5 ESTUDO DE CASO	40
5.1. VISÃO GERAL	40
5.2. GRÁFICOS DO PERFIL DOS USUÁRIOS E DA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	54
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
6.2 RECOMENDAÇÕES.....	54
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICE.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
APÊNDICE A – SCRIPT DO EXPERIMENTO	58
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	61
ANEXOS	65
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	66

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas computacionais interativos estão cada vez mais inseridos em nosso cotidiano, seu uso está cada vez mais indispensável na vida das pessoas, pois, são facilitadores que auxiliam em suas atividades, dando apoio às tarefas desenvolvidas pelo usuário. Esses sistemas apoiam diversos processos de trabalho, seja em uma organização ou em sistemas utilizados por usuários em suas tarefas comuns do dia a dia, desde o entretenimento até a educação.

A Interação Humano-Computador (IHC) estuda o processo de interação entre usuário e sistemas computacionais interativos, dando ênfase aos aspectos de qualidade e usabilidade desses sistemas, garantido assim um bom desempenho em sua utilização. Em IHC, a usabilidade é a qualidade que determina o uso de um sistema computacional interativo, tendo em consideração a relação que se estabelece entre usuário, tarefa, interface, equipamento e outros aspectos do ambiente no qual o usuário utiliza o sistema (CYBIS, WALTER, 2010).

Ambientes tecnológicos estão em constante evolução, e as experiências de cada usuário diante do uso desses sistemas computacionais é individual e única, cada um possui particularidades comportamentais distintas mesmo fazendo o uso de uma mesma interface. A Norma ISO 9241 define a usabilidade como a satisfação na realização de tarefas de forma eficaz, eficiente e agradável, envolvendo produtividade na interação e facilidade na experiência de interação com o sistema (ISO9241 2011).

Neste contexto, avaliar a usabilidade da interface de sistemas com usuário é de extrema importância para detectar inconsistências e falhas durante a realização de tarefas em aplicações interativas (CYBIS, WALTER, 2010).

1.1 JUSTIFICATIVA

O uso de ferramentas de software no processo de ensino e aprendizagem de ciências possibilita que conceitos puramente abstratos possam ser caracterizados e visualizados. Especificamente, o software educativo GeoGebra (HOHENWARTER, 2002) trabalha no ensino de Geometria Analítica, disciplina inserida nos cursos de ciências exatas – a exemplo de Sistemas de Informação e Matemática - que requer uma capacidade maior de abstração por parte dos discentes.

O software GeoGebra apresenta-se como uma aplicação matemática, escrita em linguagem Java. A aplicação 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. A ferramenta foi desenvolvida exclusivamente para o ensino didático em sala de aula e seu reconhecimento é notado pelas diversas premiações.

Nesse cenário e partindo da perspectiva da IHC, justifica-se esta pesquisa com base no fato da necessidade de identificar se o nível de usabilidade do software GeoGebra permite um maior desempenho no processo de ensino-aprendizagem.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar a usabilidade da interface do software educativo GeoGebra através da aplicação de questionário de satisfação de uso da métrica *System Usability Scale* analisando se este atende aos aspectos de usabilidade proposto pela área de IHC, no intuito de validar a eficiência de sua utilização no processo de ensino e aprendizagem.

1.2.2 Específicos

- a) Apresentar e utilizar a ferramenta Geogebra no contexto educacional aos alunos da Licenciatura em Matemática.
- b) Apresentar questionário da métrica SUS no intuito de avaliar a utilização da ferramenta.

- b) Consolidar os dados obtidos e classificar a usabilidade da aplicação, usando a métrica SUS.
- c) Realizar levantamento estatístico quanto ao uso do GeoGebra
- d) Comparar os resultados obtidos com os questionários e mensurar os possíveis problemas de usabilidade constatados durante a realização da atividade.

1.3 METODOLOGIA

Para a metodologia foi realizado um levantamento bibliográfico para a melhor compreensão dos princípios teóricos da área de IHC, e conseqüentemente abordagem prática. Fez-se o uso também de estudos sobre softwares educativos, sua importância, critérios da avaliação de usabilidade, e métricas para avaliar sistemas computacionais interativos.

O software educativo GeoGebra, aplicativo de matemática dinâmica que combina conceitos de geometria foi a ferramenta escolhida para realização da avaliação da usabilidade da interface pelos alunos do 7º período do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Acre (UFAC). Para os testes da avaliação de usabilidade da interface do GeoGebra, foi utilizado a métrica SUS, podendo ser usada para avaliar produtos, serviços, hardware, software, websites, aplicações, diversos tipos de interfaces (JOHN BROOKE, 1986).

A métrica SUS (JOHN BROOKE, 1986) utilizada neste trabalho contém um questionário de 10 questões – extraídas do próprio site GeoGebra - referente aos critérios de eficiência, eficácia e satisfação no uso da interface. Após os testes, o resultado foi consolidado, e a partir daí, classificado se este atende aos aspectos de usabilidade proposto pela área de IHC.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

O Capítulo 2 aborda a fundamentação teórica e aspectos de usabilidade em IHC. O Capítulo 3 apresenta as principais definições relacionadas aos softwares educativos. O Capítulo 4 apresenta detalhadamente o estudo de caso: o contexto histórico, as ferramentas utilizadas. Por fim, o Capítulo 5 contém as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

2 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR

Este capítulo aborda conceitos sobre estudos da relação entre o homem e a máquina, formas de melhor processar informações entre usuário-sistema, e define a importância do estudo de fatores humanos para que o desenvolvimento de projetos e sistemas computacionais possam ser criados e melhorados de acordo com a necessidade de usuário específico. O objetivo principal deste capítulo é demonstrar como a IHC considera elementos importantes para o processo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos.

2.1 DEFINIÇÕES

A área da IHC trata da investigação da qualidade do uso de sistemas interativos. Os primeiros estudos da interação humano computador desenvolveu-se da psicologia, tendo como objetivo estudar fenômenos usuário-sistema, e a partir da década de 50, com o foco no estudo da psicologia experimental, foram criados modelos de informação dos processos psicológicos com o objetivo de mensurar e modelar o comportamento humano (BARBOSA, 2010).

Diversos estudos da área de IHC estão relacionados a fenômenos que envolvem fatores humanos que demonstram importância e interesse para entender o usuário de uma interface de sistema computacional. A IHC pode ser definida como a área que se preocupa com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para usuários, tendo em vista o estudo e observação acontecimentos existentes ao seu redor (BARANAUSKAS, 2013).

O design de sistemas computacionais está relacionado ao propósito de ajudar usuários na realização de tarefas com ganho de produtividade e eficiência, e de forma segura, seu papel é fundamental para o desenvolvimento de diversos sistemas voltados para usuários, como por exemplo, jogos interativos.

Designers de interação se preocupam com conjuntos importantes de estudos, que tratam das habilidades que compreendem psicologia, interação humano-computador, web design, ciência da computação, sistemas de informação e entretenimento, para que possam melhor entender usuário-sistema e projetarem produtos interativos que facilitem a forma de como se comunicam, interagem e trabalham (PREECE, 2013).

Baseando-se nesses conhecimentos podemos observar que é possível criar estratégias que contribuem para que os engenheiros e projetistas de computadores possam desenvolver e projetar sistemas computacionais que atendam às necessidades específicas de cada usuário-sistema.

A IHC desempenha o papel de estudos para elaboração de análises utilizadas nas prevenções a fenômenos relacionados entre usuário e sistema, além de oferecer a projetistas de sistemas computacionais e pesquisadores amostras práticas que contribuem para o desenvolvimento de projetos de interface com usuários, visando satisfazer todas as condições e necessidades do usuário em termos de utilização, aplicação, comunicação, segurança, e efetividade de um sistema que foi projetado e desenvolvido especificamente para o uso humano (OLIVEIRA NETTO, 2004).

De acordo com Preece (2013), a IHC é uma área que abrange elementos de estudos em diversas disciplinas nas áreas como ciência da computação, filosofia, psicologia cognitiva, psicologia social e organizacional, ergonomia e fatores humanos, linguística, inteligência artificial, filosofia, sociologia e antropologia, engenharia e design.

Segundo Barbosa (2010), a IHC é o resultado da soma de esforços entre cientistas da computação, que são designados a desenvolver sistemas, linguagens de programação e arquiteturas computacionais, e psicólogos envolvidos no projeto de

interface, com o objetivo de informar ao cientista da computação fatores da capacidade humana.

De acordo com Santa-Rosa e Moraes (2008), a IHC considera o estudo de fatores humanos como sendo primordial para que desenvolvedores de sistemas adotem estratégias para melhor projetar, desenvolver e implementar sistemas computacionais interativos que possam satisfazer e melhorar a eficácia e eficiência do usuário. Este capítulo descreve processos para entender como o ser humano se comporta diante das tecnologias favorecem as interações usuário-sistema.

Durante o processo de desenvolvimento de sistemas computacionais a interação humano-computador (IHC) sugere e lista diferentes processos de estudos capazes de melhorar o processo de desenvolvimento de sistemas. Oliveira (2004) apresenta alguns processos para o desenvolvimento:

- a) o design e desenvolvimento de hardware e software: estudo de tecnologias de dispositivos de entrada e saída; e tecnologias de software, como ambientes gráficos e virtuais.
- b) estudos da capacidade e limitação física cognitiva dos usuários:

considera estudos de ergonomia para avaliar limites de esforços físico do usuário, e estudos de psicologia e ciência cognitiva sobre a capacidade humana de memorização, raciocínio e aprendizado.
- c) instrumentação teórica e prática para o design e desenvolvimento de sistemas interativos: envolve o conhecimento teórica a respeito dos fenômenos envolvidos; modelos para o processo de desenvolvimento que descrevam as etapas necessárias e como devem ser conduzidas; diretrizes, técnicas, linguagens, formalismos e ferramentas de apoio a essas etapas.
- d) modelos de interface e do processo de interação usuário-sistema: para desenvolver modelos abstratos do processo de interações compatíveis com as capacidades e limitações físicas e cognitivas dos usuários.

- e) análise do domínio e de aspectos sociais organizacionais: para avaliar o impacto que o contexto onde está inserido o usuário exerce sobre seus conhecimentos, sua linguagem e suas necessidades.

Segundo Barbosa (2010), a área de IHC está interessada na qualidade de sistemas computacionais interativos e no seu impacto na vida dos seus usuários, por conseguinte, no desenvolvimento de sistemas computacionais envolve diversos atores e partes interessadas, denominados *stakeholders*¹, cada um sob perspectivas diferentes sobre o sistema.

Os sistemas computacionais são desenvolvidos com a finalidade de executarem um conjunto predefinido de instruções, e a capacidade de um sistema computacional será definido na sua construção, geralmente seus desenvolvedores se preocupam quanto as funcionalidades do software e como ele será estruturado internamente, e ao contrário, usuários final se preocupam apenas como aprender a maneira que é utilizado o software para realizar suas atividades com eficiência (BARBOSA, 2010).

Para construir sistemas inicia-se com o estudo de todos atores envolvidos, seus interesses, objetivos, atividades, responsabilidades, motivações, os artefatos utilizados, o domínio, o contexto de uso, dentre outros, e em seguida, através do comportamento do usuário-sistema, o projetista analisa a situação atual, suas intervenções com a interface e como o sistema viabiliza essas intervenções, levando em consideração as perspectivas do ponto de vista de cada usuário, e necessidades de utilização diferenciadas (BARBOSA, 2010).

De acordo com Moraes (2008), a IHC tem como principal objetivo desenvolver sistemas computacionais que busquem alcançar a eficácia, proporcionando a satisfação ao usuário, ou seja, é a área que estuda maneiras de projetar, implementar e utilizar sistemas computacionais interativos visando entender como os usuários-sistemas executam suas tarefas, e a forma que como sistemas e computadores influenciam na vida de indivíduos, organizações e sociedades.

¹ Os stakeholders são as pessoas e as organizações que podem ser afetadas por um projeto, de forma direta ou indireta, positiva ou negativamente. Eles também são conhecidos por serem as partes interessadas, que fazem parte da base da gestão de comunicação, e são muito importantes para o planejamento e execução de um projeto.

Segundo Barbosa (2010 apud HEWETT et al., 1992) os objetos de estudos de interação humano-computador são classificados em cinco áreas: a natureza da interação humano-computador, o uso de sistemas interativos situado em contexto, características humanas, arquiteturas de sistemas computacionais e da interface com usuários e processos de desenvolvimento preocupados com uso. Como demonstrado na Figura 1, podemos observar esses objetos de estudos.

Figura 1. Objetos de estudos em IHC.



Fonte: Adaptado de (Hewert et al., 1992).

Neste capítulo está inserido alguns conceitos a respeito das características humanas dos usuários, e objetivos de estudos que facilitam o aproveitamento de suas capacidades tendo em vista suas limitações com o processo de interação com sistemas computacionais.

De acordo com Barbosa (2010), a área de interface humano-computador (IHC) aproveita de estudos de diversas áreas de conhecimentos com o propósito de melhorar a qualidade de sistemas interativos, proporcionando melhor qualidade e experiências para usuários-sistemas. Segundo Barbosa (2010) esse avanço da qualidade de uso contribuiu para:

- a) Aumentar a produtividade dos usuários, pois, se a interação for eficiente, os usuários podem receber apoio computacional para alcançar seus objetivos mais rapidamente;
- a) Reduzir o número e a gravidade dos erros cometidos pelos usuários, pois eles poderão prever as consequências de suas ações e compreender melhor as respostas do sistema e as oportunidades de interação;
- b) Reduzir o custo de treinamento, pois os usuários poderão aprender durante o próprio uso e terão melhores condições de se sentirem mais seguros e motivados para explorar o sistema;
- c) Reduzir o custo de suporte técnico, pois os usuários terão menos dificuldades para utilizar o sistema e, se cometerem algum erro, o próprio sistema oferecerá apoio para se recuperarem dos erros cometidos; e
- d) Aumentar as vendas e a fidelidade do cliente, pois os clientes satisfeitos recomendam o sistema a seus colegas e amigos e voltam a comprar novas versões.

As características humanas são fatores determinantes capazes de influenciar a realização de atividades, e formas como são executadas as tarefas durante a interação usuários-sistemas, é importante capacidade cognitiva para que o usuário possa processar informações e aprender utiliza-los (BARBOSA, 2010).

2.2 INTERFACE

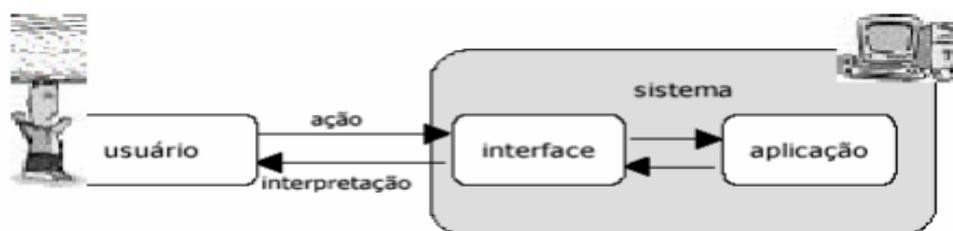
De acordo com Baranauskas (2003), o conceito de interface não é entendido somente como hardware e o software com o qual o ser humano e o computador possam se comunicar “a evolução do conceito levou à inclusão dos aspectos cognitivos e emocionais do usuário durante a comunicação”.

Os designers de interação estavam diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de interfaces de usuários eficientes e eficazes para computadores que eram projetados para um único tipo de usuário (PREECE, 2013).

Neste contexto, mostra-se um cenário onde existem diversos tipos de interfaces usuário-sistemas, desenvolvidos através de estudos, ferramentas e técnicas que facilitam projetar interfaces para diversos tipos de ambientes, pessoas, lugares e tarefas. As interfaces atuais têm como objetivo tornar o uso de sistemas computacionais fácil de ser utilizado pelo ser humano, com sua adaptação para vários tipos de interação usuário-sistema, tornando claro e conciso cada passo que o usuário irá realizar para executar a tarefa desejada (OLIVEIRA, 2003).

De acordo com Barbosa (2011), “a interface com usuário determina os processos de interação possíveis, à medida que determina o que ele pode falar ou fazer, de que maneira e em que ordem”. O processo de interação envolve ações de indivíduos comuns e está inteiramente ligado a uma interface, e em seguida passa por etapas de análises, como demonstra a Figura 2 o processo de interação humano-computador:

Figura 2. Processo de Interação Humano-Computador



Fonte: SOUZA et al., (1999).

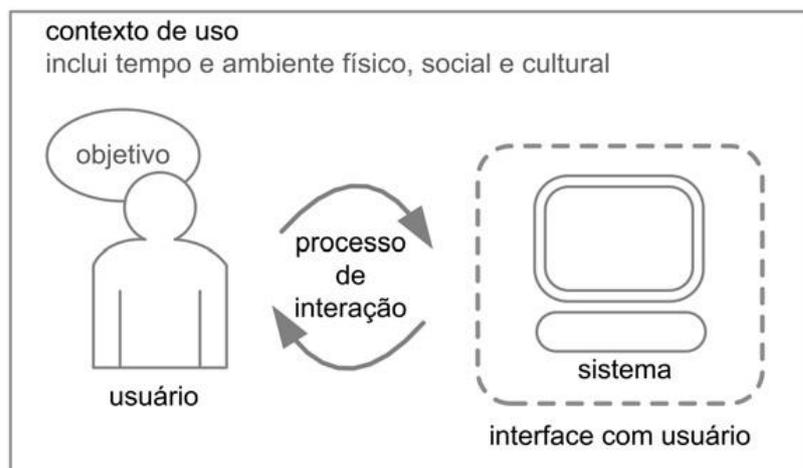
Segundo Oliveira Netto (2004), a interação é definida como um processo inicial de utilização de interfaces usuário através de sistemas computacionais. Como demonstrado na figura, e em seguida a máquina recebe informações através de ações do usuário com o sistema, essas ações são interpretadas e decodificadas pela máquina, no momento de atuação com a interface.

Uma característica da interface é a *affordance* do sistema, ou seja, são componentes que determina a satisfação em função de uma interface em termos de utilização, com capacidade de indicar como devem ser conduzidas as ações do usuário através da aplicação de utilização. (NORMAN, 1988 apud OLIVEIRA NETTO, 2004).

2.3 INTERAÇÃO

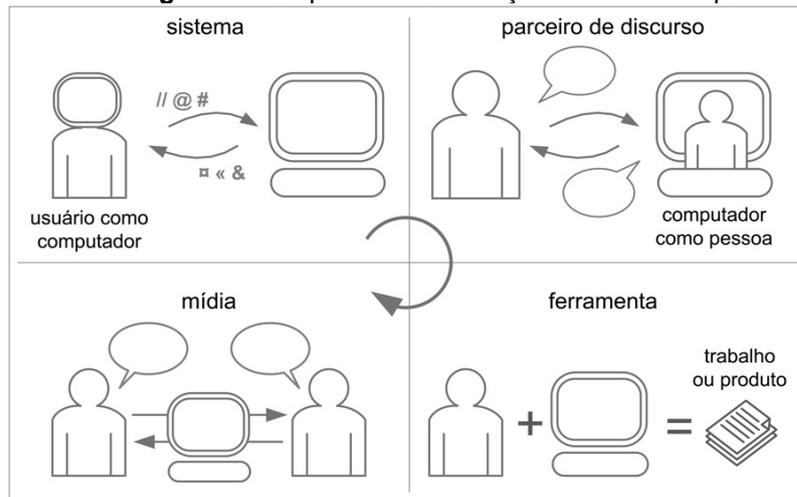
No contexto de interação homem-computador, a interação está definida como a ação que ocorre entre uma ou mais partes, causando uma reação da outra ou das demais. Uma situação da característica de uso da interface computacional interativa envolvendo um processo de interação de usuário-sistema, elementos esses que estão envolvidos com a interface de um sistema interativo tentando alcançar um objetivo através da realização de tarefas, dentro de um contexto de uso (BARBOSA, 2013), conforme Figura 3.

Figura 3. Elementos envolvidos no processo de interação.



Fonte: Barbosa (2013).

As abordagens teóricas de IHC favorece diversos fatores de interação usuário - sistema. Kammersgaard (1988) definiu quatro perspectivas de interação usuário - sistema: perspectiva de sistema; de parceiro de discurso; de ferramenta; de mídia. Suas atribuições entre usuário - sistema é determinante sob a perspectiva de interação. Conforme Figura 4.

Figura 4. Perspectiva de interação humano-computador

Fonte: Barbosa (2013).

Segundo Barbosa (2010), a perspectiva de sistema, é considerada como uma simples transmissão de dados entre pessoas e sistemas computacionais, análoga à transmissão de dados entre sistemas. “Quando se trabalha na perspectiva de sistema, o principal objetivo é aumentar a eficiência e a transmissão correta de dados, reduzindo o tempo de interação e o número de erros cometidos pelos usuários” (BARBOSA, 2013). O processo de ações, reações e intenções é demonstrado na figura, bem como a ocorrência dentro da interação usuário-sistema.

2.4 USABILIDADE

De acordo com Barbosa (2003), a fase de design, avaliação e desenvolvimento oferece solução de IHC com o objetivo de atender às metas de usabilidade demonstradas na fase anterior, com o intuito de representar a solução de IHC em três níveis detalhados;

a) No primeiro nível, o designer precisa realizar a reengenharia do trabalho, repensando a execução das tarefas para alcançar os objetivos dos usuários, elaborar alternativas de solução do modelo conceitual, elaborar protótipos de baixa fidelidade e avaliar tais protótipos.

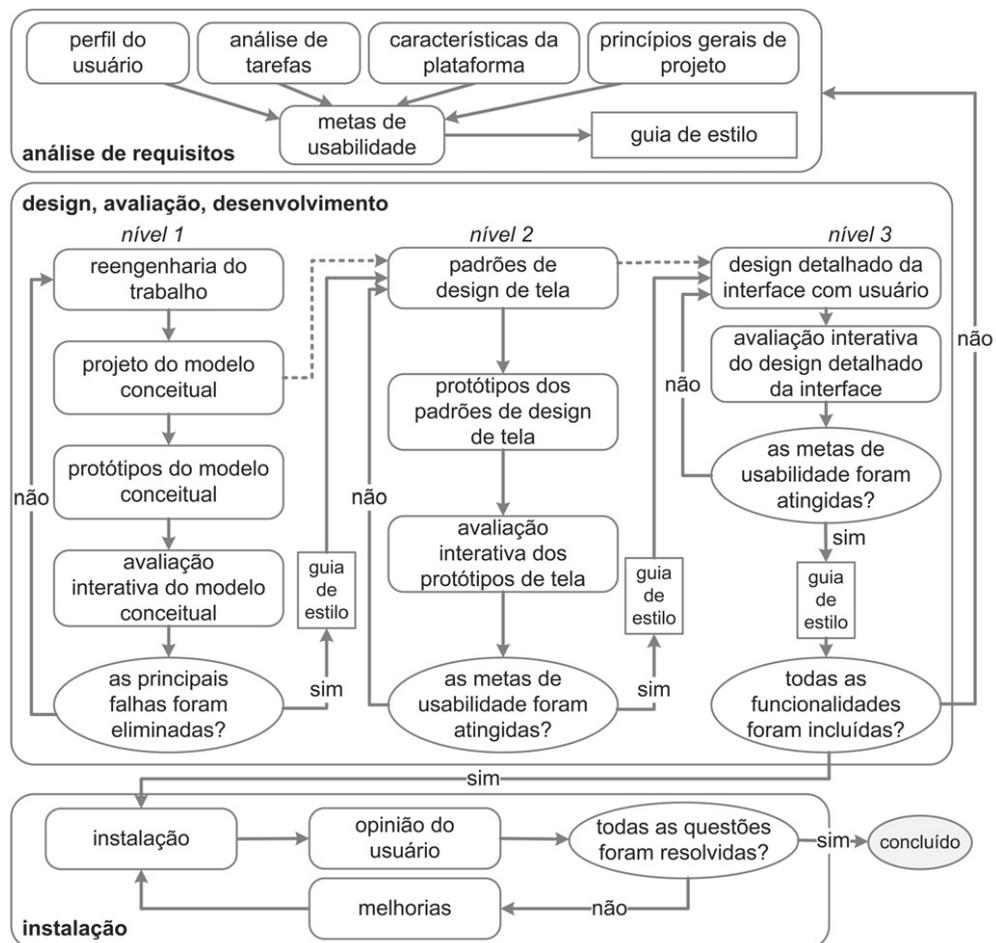
b) No segundo nível, o designer deve estabelecer padrões de design de IHC para a solução sendo concebida, construir protótipos de média fidelidade de acordo com esses padrões e avaliá-los.

c) No terceiro nível, o designer realiza o projeto detalhado da interface, com alta fidelidade, para ser implementado. Durante o desenvolvimento do sistema, a interface deve ser avaliada com a participação dos usuários.

d) A figura a seguir representa metas de usabilidade.

Na fase de instalação, o designer deve coletar opiniões dos usuários depois de algum tempo de uso. Essas opiniões serão úteis para melhorar o sistema em versões futuras ou até mesmo para apontar a necessidade de desenvolver novos sistemas interativos ainda não previstos (BARBOSA, 2013).

Figura 5. Ciclo da vida para engenharia de usabilidade



Fonte: Barbosa (2013 adaptado de Mayhew, 1999).

No processo de estudo de princípios gerais (IHC) é analisado os requisitos do sistema, onde são definidas as metas de usabilidade, análise do perfil do usuário e de

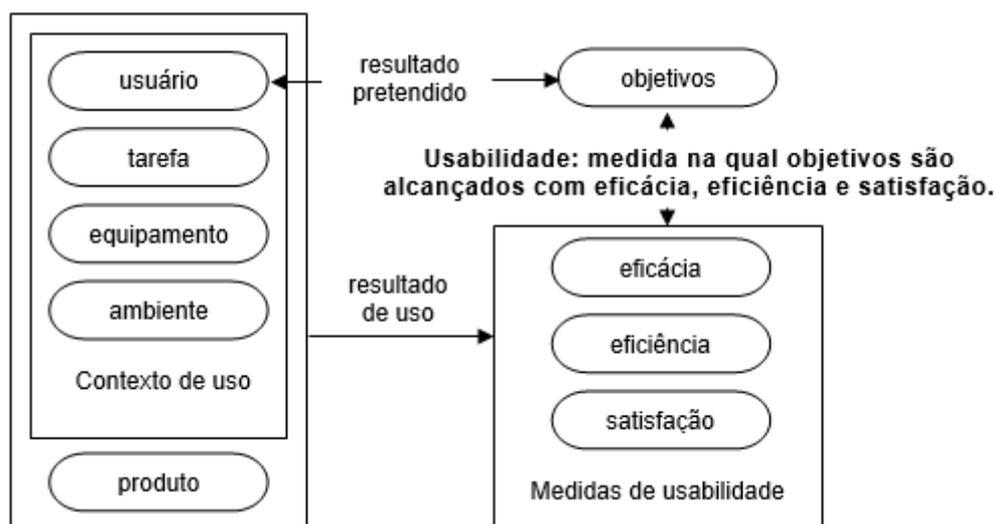
tarefas, e identificação de possibilidades e limite do sistema, para que seja possível a cada iteração avaliar e corrigir problemas de usabilidade (BARBOSA, 2013).

- a) Usabilidade: Medida na qual um produto ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.
- b) Eficácia: Acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos.
- c) Eficiência: Recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos.
- d) Satisfação: Ausência do desconforto e atitudes positivas para com o uso de um produto.
- e) Contexto de uso: Usuários, tarefas, equipamento (hardware, software e materiais), e o ambiente físico e social no qual um produto é usado.
- f) Sistema de trabalho: Sistema, composto de usuários, equipamento, tarefas e o ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos.
- g) Usuário: Pessoa que interage com o produto.
- h) Objetivo: Resultado pretendido.
- i) Tarefa: Conjunto de ações necessárias para alcançar um objetivo.
- j) Produto: Parte do equipamento (hardware, software e materiais) para o qual a usabilidade é especificada ou avaliada.
- k) Medida (substantivo): Valor resultante da medição e o processo usado para obter tal valor.

Após identificar quais os objetivos e analisar a eficácia, eficiência e satisfação, de um software ou sistema com atributos mensuráveis e verificáveis, torna-se possível medir sua usabilidade.

A norma relacionada a seguir ABNT NBR ISO9241-11 especifica a estrutura e os componentes de usabilidade e o relacionamento entre eles, conforme Figura 6.

Figura 6. Estrutura de usabilidade.



Fonte: ABNT NBR (ISO9241-11 2011).

Em IHC a usabilidade refere-se à facilidade e simplicidade com que uma interface, um programa de computador ou um website pode ser utilizado (BARBOSA, 2010). Como podemos analisar, o termo usabilidade é inserido em diversas áreas de estudos.

2.5 COMUNICABILIDADE

A IHC estuda teorias da engenharia semiótica com o propósito compreender a comunicação humana realizada por sistemas computacionais interativos em dois níveis distintos: a comunicação direta usuário-sistema e a comunicação sobre uma comunicação, denominada metacomunicação do designer para o usuário definida pelo sistema, através da sua interface, e busca compreender a interação humano-computador (DA SILVA, 2010).

Neste contexto engenharia semiótica ajuda a entender os fenômenos e acontecimentos abrangentes a área de designer, no uso da interface, e na avaliação de um sistema computacional interativo.

Figura 7. Usuário e comunicação usuário-sistema

Fonte: DA SILVA (2010).

Os testes de comunicabilidade de um sistema interativo realizam dados quantitativos, que pode ser usado para avaliar problemas de interação e usabilidade do produto, pois oferecem uma avaliação qualitativa do desempenho da interface, e são capazes de identificar pontos de ruptura na comunicação entre usuários e o projetista da interface (OLIVEIRA, 2004).

A interface abordada neste contexto estuda a atuação simultânea entre o hardware e o software, tendo como objetivo primordial facilitar a comunicação entre o usuário e a aplicação.

2.3 AVALIAÇÃO DAS INTERFACES

As interfaces de sistemas computacionais interativos são construídas com o propósito de atender funções de interação com o ser humano.

Segundo Cybis (2010), existem diferentes técnicas de avaliação de interfaces de sistemas computacionais interativos, e estes apresentam diversas qualidades referente ao tipo e à quantidade de problemas que identificam, à sistematização de seus resultados, à facilidade de aplicação e às possibilidades de que seus resultados possam fazer com que projetistas aceitem a ideia de mudanças nas interfaces que desenvolvem, e tais qualidades, segundo Cybis (2010) são: a) Efetividade; b) Abrangência; c) Eficiência; d) Produtividade; e) Sistematização; f) Facilidade de aplicação e g) Poder de persuasão.

De acordo com Cybis (2010), para qualquer tipo de técnica de avaliação utilizada faz-se necessário uma série de atividades de análises do projeto, como por exemplo a análise proposta pela norma ISO 14598, essa norma faz referência à

avaliação de produtos de software, e propõe que os processos de avaliação apresentem a seguinte estrutura:

- a) Analisar – identificação dos requisitos da avaliação;
- b) Projeto preliminar – seleção das técnicas aplicáveis;
- c) Projeto detalhado – configuração das técnicas;
- d) Implementar – realização da avaliação;
- e) Validar – confronto entre os resultados esperados e os obtidos com a avaliação.

Sistemas computacionais interativos podem ser avaliados de forma simples e econômica através de suas experiências adquiridas na interação com a interface, facilitando assim a criação de melhorias para um determinado sistema. Para Sommerville (2007), características de alguns atributos de usabilidade devem responder as seguintes questões:

- a) Facilidade de aprendizagem; quanto tempo leva para que um novo usuário se torne produtivo no sistema?
- b) Velocidade de operação; qual a adequação da resposta do sistema com a prática de trabalho do usuário?
- c) Robustez; quão tolerante é o sistema em relação aos erros do usuário?
- d) Facilidade de recuperação; quão bom é o sistema quanto à recuperação de erros do usuário?
- e) Facilidade de adaptação; quão fielmente o sistema está ligado a um único modelo de trabalho?

Os testes de usabilidade têm como papel principal avaliar a qualidade das interações que se estabelecem entre usuário e sistema, seu objetivo é constatar possíveis problemas, medir o impacto que foi definido em inconformidade com as

interações e verificar suas causas na interface, pois essa avaliação envolve simulação de ocorrências de situações de uso do sistema interativo (CYBIS, 2010).

3 SOFTWARES EDUCATIVOS

A avaliação de software baseada na observação consiste em assistir ao usuário no momento em que eles fazem uso do sistema, levando em consideração quais tarefas, objetivos e recursos na utilização de um determinado sistema, por conseguinte a observação de quais dificuldades e detecção de erros quanto a utilização (SOMMERVILLE, 2003).

3.1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Com base na definição de tecnologia no dicionário *Houaiss* (2001), temos “o modo de como fazer algo, englobando conhecimento, processos e métodos, inovadores ou ultrapassados, dependendo da sociedade em que estiverem inseridas” (tecnologia & educação). E quando relacionamos tecnologia com educação, vemos que pode haver uma relação vantajosa para o segundo elemento quando esta interage com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como uma ferramenta no desenvolvimento de práticas metodológicas. As TIC são citadas por Moran (2000), como as telemáticas, as audiovisuais, as textuais, as orais, musicais, lúdicas, corporais.

As TIC podem atender a qualquer público, considerando por exemplo que o aluno da educação infantil quando inicia a sua fase na escola já possui conhecimento de algum tipo de TIC, contudo, as instituições de ensino ainda não estão totalmente preparadas para usufruir do potencial das TIC no âmbito da educação, pois para Moran (2000) temos outros problemas que não são resolvidos com a tecnologia. Ensinar e aprender são os desafios maiores que enfrentamos em todas as épocas e

particularmente agora em que estamos pressionados pela transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento.”

Para Moran (2000), as TIC facilitam a disseminação, o acesso à informação, mas não o conhecimento e a aprendizagem, considerando que temos problemas institucionais e profissionais que afetam imensamente a qualidade do ensino/educação. Sancho (2006) evidencia isso quando afirma: “As comunidades educativas parecem mais preparadas para a suposta mudança que a incorporação das TIC provocará do que suas condições de trabalho, a legislação vigente e o orçamento lhes permitem”. De acordo com Sancho (2006), podemos considerar que professores buscam cada vez mais renovar e melhorar a educação com o uso das tecnologias. Neste sentido, buscam-se primeiramente ferramentas que visam apoiar, estruturar e motivar as iniciativas que favoreçam a inserção dessas tecnologias à educação (SANCHO, 2006).

Podemos afirmar que vivemos em mundo tecnológico, considerando o alcance sem limite das tecnologias, seja no âmbito pessoal ou profissional, que aproxima as pessoas e lhes possibilita o acesso à informação (BARBOSA e SILVA, 2011).

O acesso à informação vem sofrendo grandes mudanças com a evolução tecnológica, como por exemplo, na educação, é possível com o uso da internet enorme quantidade de informação que os alunos podem acessar quando e onde desejarem, as tecnologia permitem educadores criar materiais dinâmicos e interativos que podem favorecer o aprendizado, como vídeos, simulação de fenômenos naturais, exploração de realidades virtuais, comunicação e colaboração entre alunos e professores com apoio computacional, e assim por diante (BARBOSA e SILVA, 2011).

Este capítulo aborda o quanto a tecnologia tem modificado o modo de viver das sociedades, considerando a influência que tem em nossas atividades.

A educação sem dúvida foi e continua sendo afetada de modo positivo pela tecnologia, contudo, os modelos educacionais atuais não permitem que a educação se modifique completamente por meio da TIC, pois para isso teríamos que ter mudanças radicais no modo de ensino/aprendizagem (SANCHO, 2006). Podemos

ainda observar o uso das tecnologias através do meio computacional em comunidades virtuais, contribuindo no aprendizado em diversas áreas através da educação a distância.

3.2 AVALIAÇÃO DE INTERFACE DE SOFTWARES EDUCATIVOS

Valente (1999), afirma que quanto à classificação dos softwares educativos podem ser: tutoriais, aplicativos, programação, aplicativos, exercícios e prática, multimídia e Internet, simulação, modelagem e jogos. Esses softwares apoiam e buscam contribuir para a didática de ensino aprendizagem. A avaliação de softwares visa medir a eficiência, eficácia e satisfação de uso.

Avaliar um Software Educativo significa analisar as características de sua interface e suas implicações para o uso educacional. No processo de avaliação de software é importante observar a natureza do mesmo e aspectos técnicos. Em geral, não se faz referência a uma concepção de aprendizagem que norteie a aprendizagem mediada pelo software. (OLIVEIRA et al., 2007).

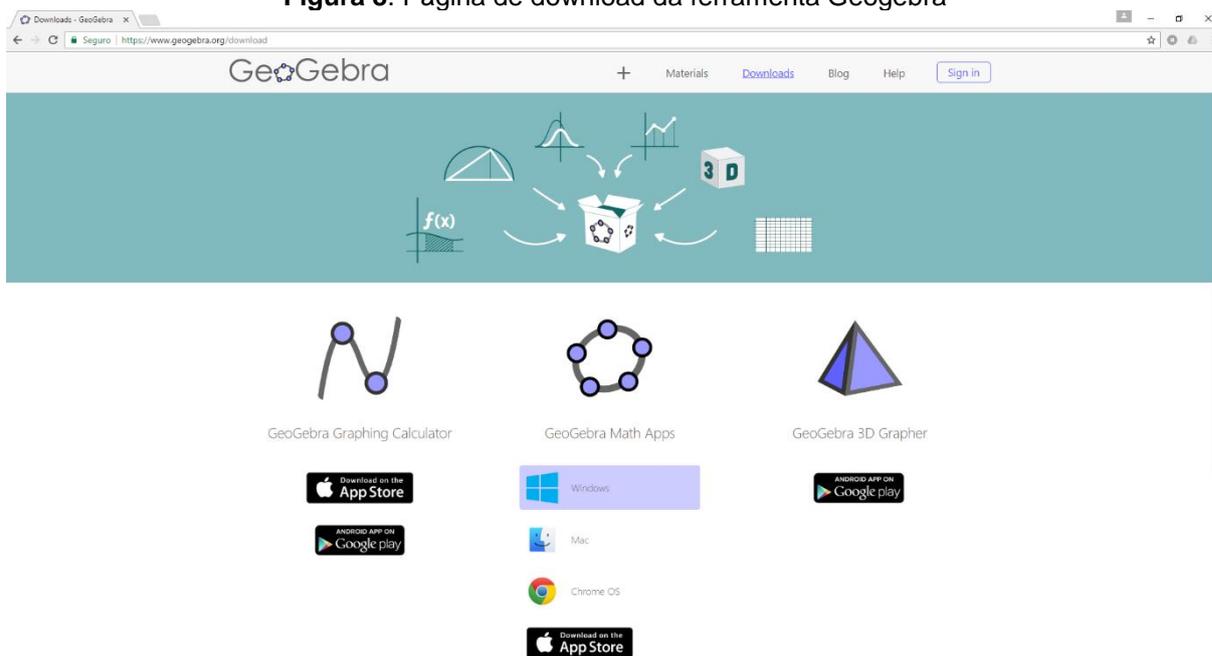
Já para Santos (1999), softwares educativos podem ser classificados, também, quanto ao nível de aprendizagem do aluno como: sequencial (transferência de informação, apresentação de conteúdos e postura passiva do aluno), relacional (objetiva a aquisição de certas habilidades, possibilita que o aluno relacione com outros fatos ou outras informações), criativo (está relacionado com a criação de novos esquemas mentais, possibilitando haver a interação entre pessoas e tecnologia, postura mais participativa e ativa do aluno).

3.3 GEOGEBRA

Conforme etapa 2 deste trabalho, a ferramenta escolhida para este estudo de caso foi o Geogebra. O software é distribuído livremente, fator esse determinante para a avaliação do software, uma vez que materiais e recursos para capacitar usuários e fomentar reflexões sobre seu uso em situações de ensino e aprendizagem ganham visibilidade dentro das escolas e universidades.

A aplicação pode ser diretamente baixada e instalada do site <https://www.geogebra.org/download>, com a possibilidade de downloads não somente para computadores pessoais como acesso e uso via *móvil*e, outro fator positivo para a distribuição e uso da ferramenta. A Figura 8 apresenta a página de downloads da ferramenta.

Figura 8. Página de download da ferramenta Geogebra



Fonte: <https://www.geogebra.org/download>

No contexto deste estudo de caso, o software foi instalado, usado e avaliado em ambiente da Plataforma Windows, em laboratórios do curso de Matemática da Universidade Federal do Acre.

O GeoGebra é um dos mais populares Softwares Educacionais Matemáticos. A sua grande diversidade recursos e as várias possibilidades de sua utilização fazem com que esse seja um recurso tecnológico muito utilizado pelos educadores. Foi criado por Markus Hohenwarter para ser utilizado em ambiente de sala de aula.

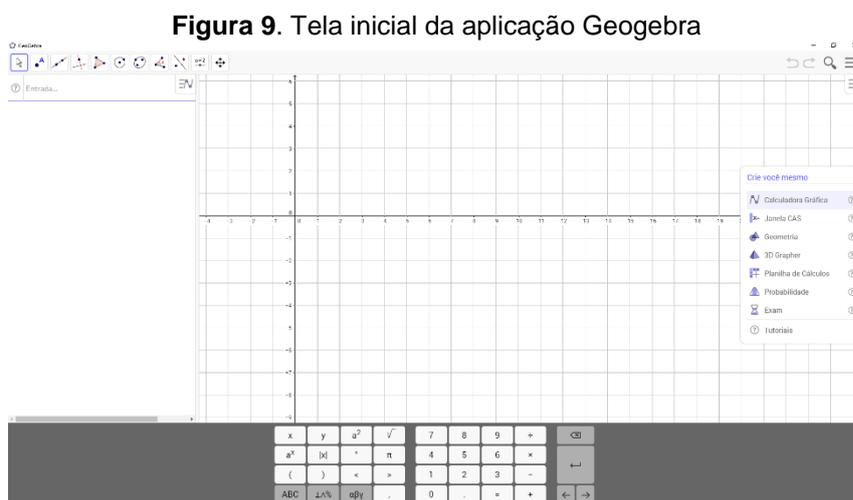
O programa permite realizar construções geométricas com a utilização de pontos, retas, segmentos de reta, polígonos etc., assim como permite inserir funções e alterar todos esses objetos dinamicamente, após a construção estar finalizada. Equações e coordenadas também podem ser diretamente inseridas. Portanto, o Geogebra é capaz de lidar com variáveis para números, pontos, vetores, derivar e integrar funções, e ainda oferecer comandos para se encontrar raízes e pontos extremos de uma função. Com isto, o programa reúne as ferramentas tradicionais de geometria com outras mais adequadas à álgebra e ao cálculo. Isto tem a vantagem didática de representar, ao mesmo tempo e em um único ambiente visual, as características geométricas e algébricas de um mesmo objeto.

Dentre as premiações, podemos destacar:

- a) EASA 2002 - European Academic Software Award (Ronneby, Suécia).
- b) Learnie Award 2003 - Austrian Educational Software Award (Viena, Áustria)
- c) Digita 2004 - German Educational Software Award (Colônia, Alemanha).
- d) Comenius 2004 - German Educational Media Award (Berlim, Alemanha).
- e) Learnie Award 2005 - Austrian Educational Software Award for "Spezielle Relativitätstheorie mit GeoGebra" (Viena, Áustria).
- f) Trophées du Libre 2005 - Prêmio Internacional de Software Livre, categoria Educação (Soissons, França) Twining Award 2006 - 1º Prêmio no "Desafio dos Círculos" com GeoGebra (Linz, Áustria).
- g) Learnie Award 2006 - Prêmio Austríaco de Software Educacional (Viena, Áustria).

3.4 A FERRAMENTA GEOGEBRA E SUAS PRINCIPAIS FUNÇÕES

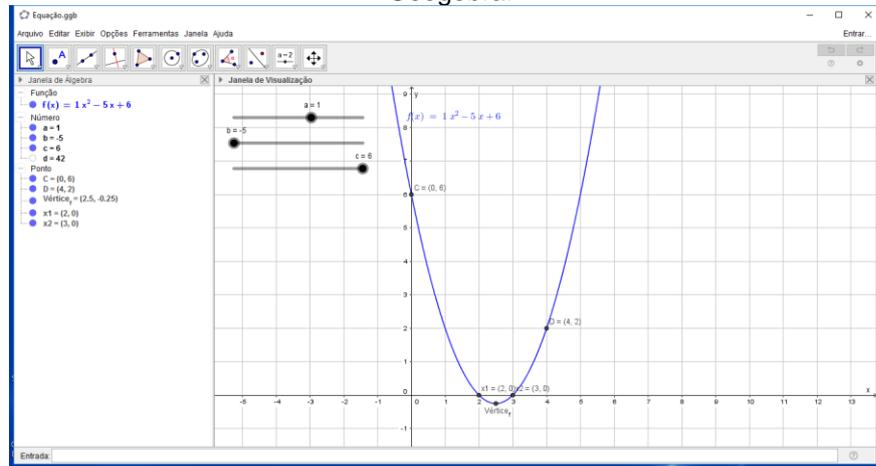
O objetivo principal do Geogebra é dinamizar o estudo da geometria e da álgebra, o que leva à exploração também de recursos aritméticos, de modo a facilitar a investigação e o aprendizado de diversos conceitos matemáticos. Graças a tais características que possui, o aplicativo pode ser utilizado como recurso pedagógico, em diferentes níveis e modalidades de ensino da matemática. Na Figura 9, temos a tela inicial da aplicação.



Fonte: Geogebra (captura de tela).

Após a apresentação da ferramenta aos envolvidos no estudo de caso, foi definida a resolução de questões para iniciar o processo de avaliação da ferramenta nos quesitos usabilidade e praticidade, como é possível acompanhar na Figura 10.

Figura 10. Resolução de atividade pelos alunos do curso de Matemática, utilizando o aplicativo Geogebra.



Fonte: Elaboraões própria

A Figura 10 demonstra em seus resultados todas as intenções da questão ao oferecer suas raízes e vértice, além da representação gráfica, que auxilia a compreensão do resultado.

4 SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)

Um dos mais conhecidos e mais simples métodos de averiguação do nível de usabilidade de um sistema. A popularidade do método se deve, entre outros motivos, ao fato dele apresentar um balanço interessante entre ser cientificamente apurado e ao mesmo tempo não ser extremamente longo para o usuário nem para o pesquisador.

O método foi criado por John Brooke em 1986, consiste em um questionário de 10 itens com cinco opções de resposta para os respondentes e pode ser usado para avaliar produtos, serviços, hardware, software, web sites, aplicações e qualquer outro tipo de interface. (BROOKE, 1986).

O SUS tornou-se um padrão da indústria, com referências em mais de 1300 artigos e publicações. Os benefícios notáveis do uso do SUS incluem que:

- a) É uma escala muito fácil de administrar aos participantes
- b) Pode ser usado em amostras pequenas com resultados confiáveis
- c) É válido - pode efetivamente diferenciar entre sistemas utilizáveis e inutilizáveis

4.1 CONSIDERAÇÕES AO USAR O SUS

Para a correta utilização deste método de avaliação – SUS – é preciso considerar alguns pontos quanto à métrica:

- a) O sistema de pontuação é um tanto complexo.
- b) Há uma tentação, quando você olha para as pontuações, já que elas estão em uma escala de 0-100, para interpretá-las como porcentagens, elas não são.
- c) A melhor maneira de interpretar seus resultados envolve a "normalização" das pontuações para produzir um ranking de percentil.
- d) O SUS não é diagnóstico - seu uso é na classificação da facilidade de uso do local, da aplicação ou do ambiente que está sendo testado.

4.2 A ESCALA DE USABILIDADE DO SISTEMA

Quando um SUS é usado, os participantes são convidados a marcar os 10 itens com uma das cinco respostas que variam de fortemente de acordo a totalmente desacordo.

A interpretação da pontuação pode ser complexa. As pontuações do participante para cada pergunta são convertidas para um novo número, somadas e multiplicadas por 2,5 para converter as pontuações originais de 0-40 para 0-100. Embora as pontuações sejam 0-100, estas não são porcentagens e devem ser considerados apenas em termos de seu ranking percentil.

Com base na pesquisa, uma pontuação SUS acima de 68 seria considerada acima da média e qualquer coisa abaixo de 68 está abaixo da média, no entanto a melhor maneira de interpretar seus resultados envolve a "normalização" das pontuações para produzir um ranking percentil.

Tabela 1. Questionário do SUS

QUESTÃO	DISCORDO					CONCORDO				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. Penso que eu gostaria de usar esse sistema frequentemente.										
2. Achei o sistema desnecessariamente complexo.										
3. Achei que o sistema foi fácil de usar.										
4. Acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para poder usar esse sistema.										
5. Achei que várias funções nesse sistema foram bem integradas.										
6. Achei que tinha muita inconsistência nesse sistema.										
7. Imagino que a maioria das pessoas aprenderia rapidamente a usar esse sistema.										
8. Achei o sistema muito inconveniente de usar.										
9. Me senti bem confiante usando esse sistema.										
10. Precisei aprender bastante coisas antes de conseguir ir a diante com esse sistema.										

Fonte: Adaptado do site: <https://www.geogebra.org/download>

Uma vez aplicado o método SUS para avaliar o aplicativo Geogebra dentro do Curso de Matemática, os resultados foram compilados, extraídos e consolidados. Após os cálculos e arredondamento de valores (sugeridos pelo próprio método), foi possível, finalmente, pontuar a usabilidade da ferramenta.

O algoritmo para o cálculo é feito sequencialmente, onde de cada inserida pelo usuário para cada questão é feito um cálculo de subtração que varia de acordo com a paridade da questão. Assim, a questão número 1, sendo ímpar, subtraímos 1 do valor inserido pelo usuário e na questão número 2, agora par, subtraímos o valor inserido de 5.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso realizado neste trabalho propôs-se a avaliar a usabilidade de interface do software livre e multiplataforma de matemática dinâmica para todos os níveis de ensino e a aprendizagem, sendo completamente interativo, com interface gráfica simples e funcional disponível em vários idiomas, o Geogebra integra geometria, álgebra, planilha eletrônica, gráficos, estatística e cálculo em um único ambiente, apoiando e inovando o ensino de ciência, tecnologia, engenharia e matemática em todo o mundo. A escolha deste software se deu pelo fato de ser um objeto de aprendizagem inovador, ter ganhado destaque recebendo vários prêmios educacionais internacionais, e de seu sucesso que é construído por meio de inovações sucessivas.

5.1. VISÃO GERAL

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de avaliar a usabilidade da ferramenta GeoGebra versão 5.0, no âmbito do uso das Tecnologias Educacionais. O processo visa ampliar e complementar o ensino quanto ao uso de ferramentas, aplicações e recursos de informática e os testes de avaliação quanto ao uso dessas ferramentas servem como diagnóstico em busca de melhorias.

As etapas do projeto, em ordem são:

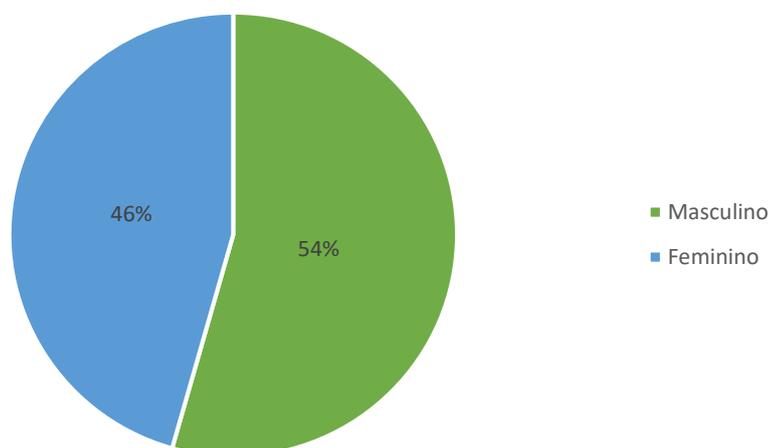
- 1) Definição do material necessário: tempo, tecnologias, recursos e aplicações, prazo;
- 2) Escolha da ferramenta computacional a ser avaliada;
- 3) Definição de *stakeholders*;
- 4) Uso da ferramenta e aplicação de avaliação;
- 5) Compilação e consolidação de dados avaliados;
- 6) Elaboração de relatório estatístico acerca do perfil de usuários avaliados e
- 7) Aprovação do projeto;

5.2. GRÁFICOS DO PERFIL DOS USUÁRIOS E DA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Para iniciar o processo de avaliação, uma vez decidido os stakeholders, foi feito um levantamento acerca do perfil dos selecionados.

Neste estudo de caso, o grupo tem boa distribuição entre homens e mulheres, conforme mostra a Figura 11.

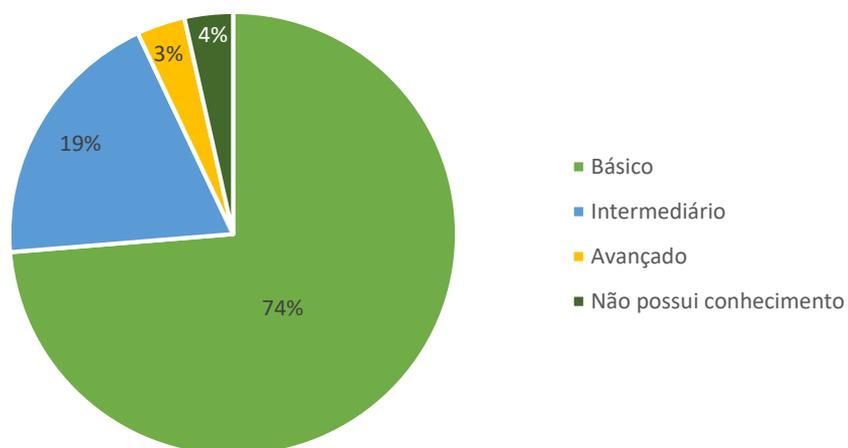
Figura 11. Sexo dos usuários participantes.



Fonte: elaboração própria.

Na Figura 12, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes deste estudo de caso tem conhecimento mínimo de informática.

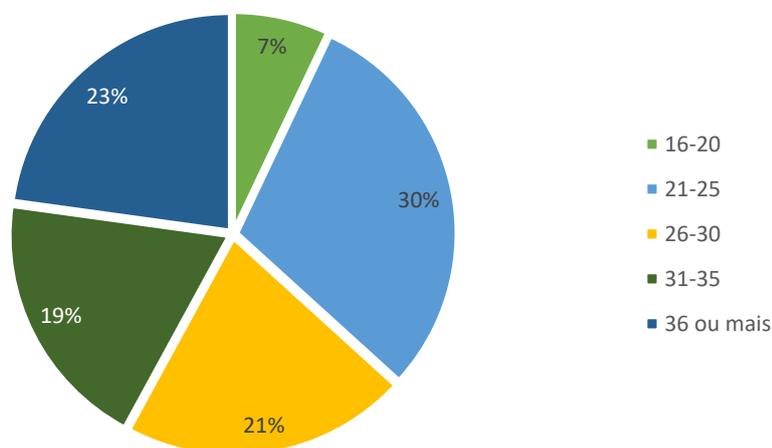
Figura 12. Conhecimento sobre informática.



Fonte: elaboração própria.

A Figura 13 apresenta um gráfico sobre a faixa etária dos usuários participantes, com sua maioria entre 21 e 25 anos.

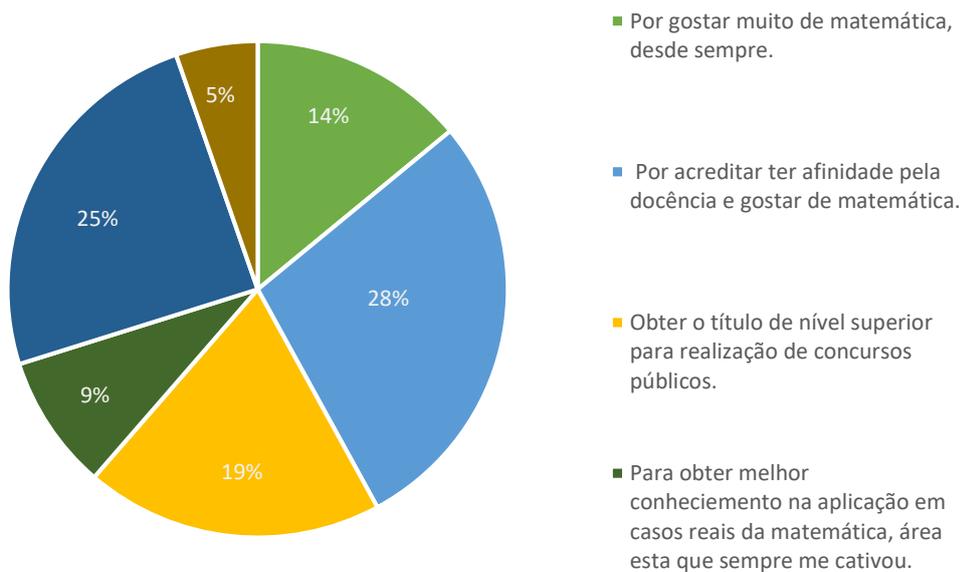
Figura 13. Faixa etária dos usuários participantes.



Fonte: elaboração própria.

A Figura 14 apresenta um gráfico que demonstra que a maior parte dos usuários fez escolha pelo curso de Matemática pela afinidade pela docência.

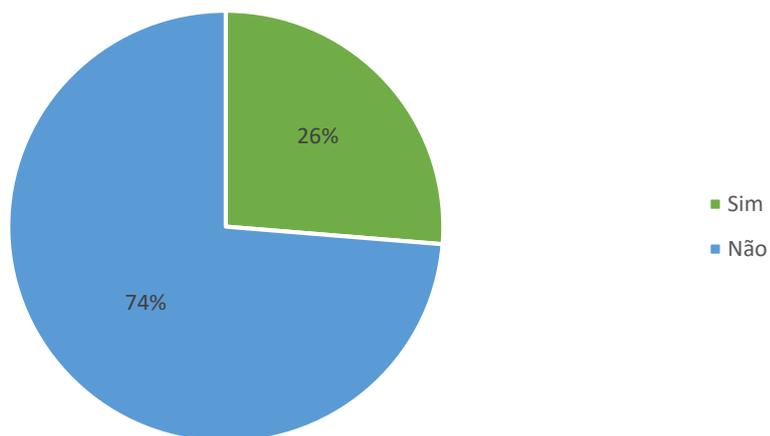
Figura 14. Qual o motivo da escolha do curso Licenciatura em Matemática.



Fonte: elaboração própria.

Na Figura 15 é possível perceber que 74% dos usuários participantes não tem participação em eventos de extensão voltado às Tecnologias Educacionais.

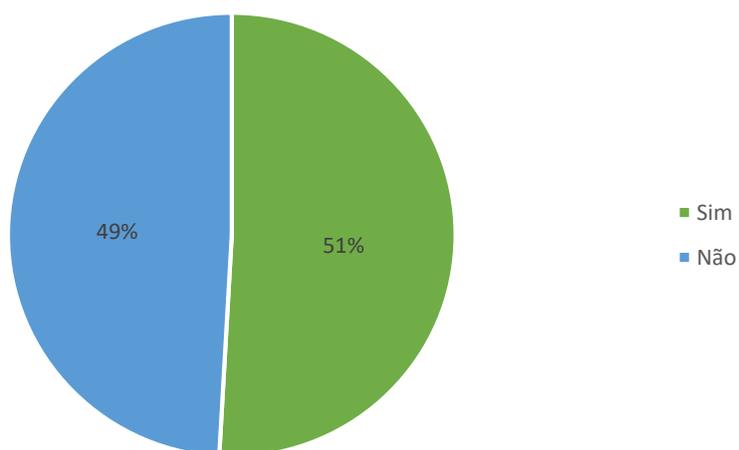
Figura 15. Participação em eventos de extensão na área de TI.



Fonte: elaboração própria.

Na Figura 16 é possível perceber que metade dos usuários busca por recursos tecnológicos para desenvolver suas atividades de Estágio Supervisionado.

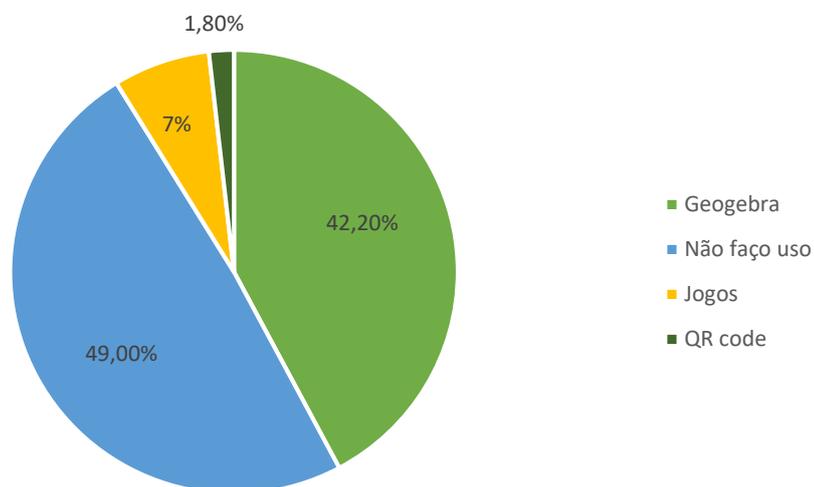
Figura 16. Uso de recursos de TI em Estágio Supervisionado.



Fonte: elaboração própria.

Na Figura 17 o gráfico apresenta outras categorias de softwares utilizadas pelos usuários participantes no cotidiano, apresentando como maior resultado o não uso de aplicações em Estágio Supervisionado.

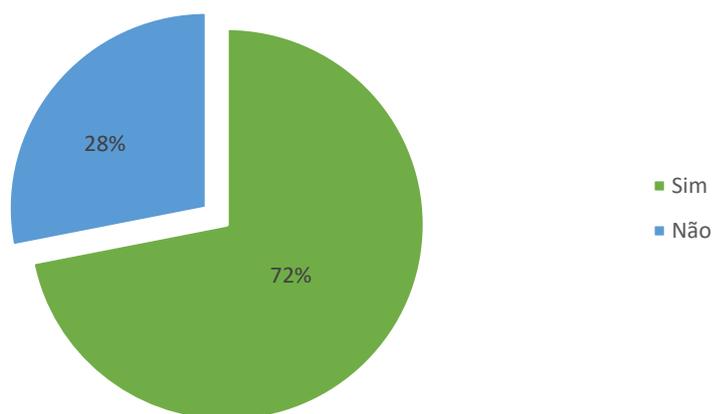
Figura 17. Uso de aplicações em Estágio Supervisionado.



Fonte: elaboração própria.

Já a Figura 18 explica graficamente que a maioria dos usuários participantes busca incentivar seus alunos a utilizarem ferramentas tecnológicas como apoio ao aprendizado.

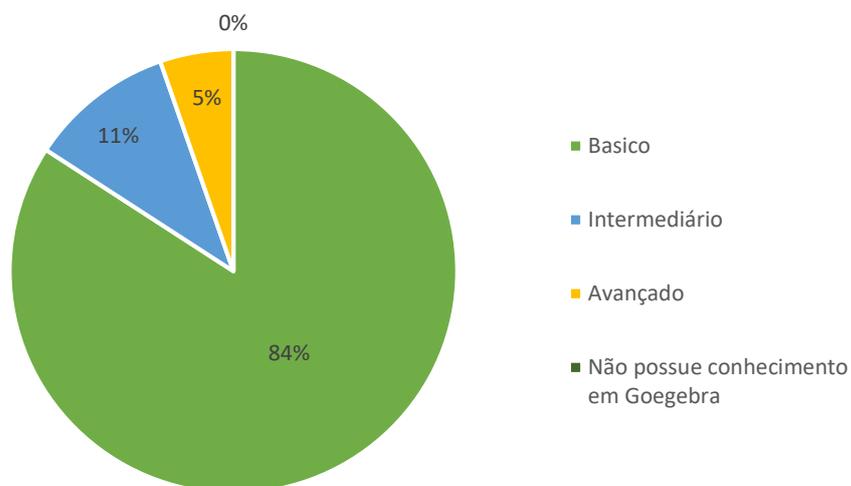
Figura 18. Incentivo ao uso de softwares educativos.



Fonte: elaboração própria.

O gráfico apresentado na Figura 19 é possível perceber que a maioria dos usuários participantes tem conhecimento mínimo no uso da ferramenta avaliada Geogebra.

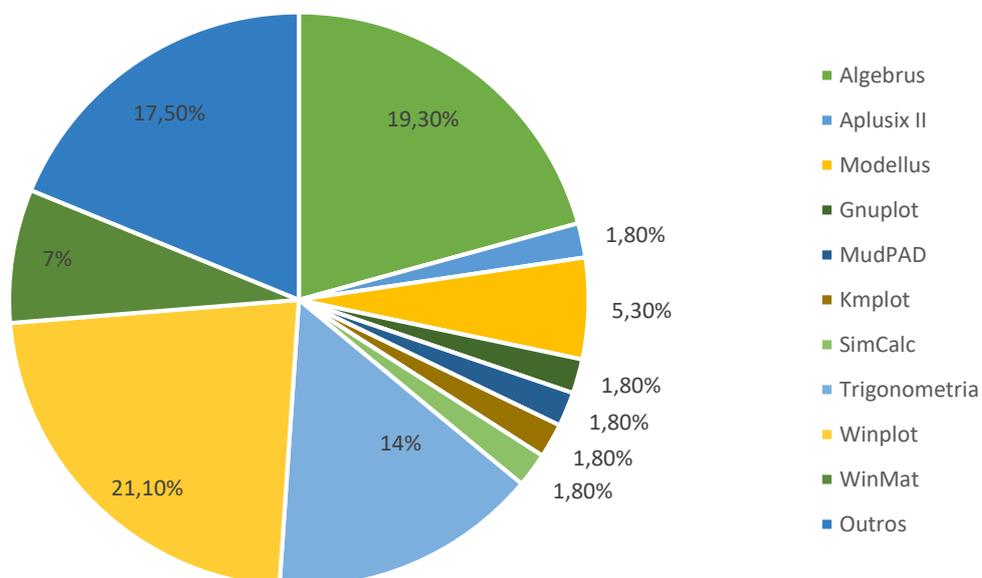
Figura 19. Conhecimento sobre a ferramenta GeoGebra.



Fonte: elaboração própria.

O gráfico apresentado na Figura 20 o percentual sobre o conhecimento sobre em outros softwares educativos pelos usuários participantes, o que demonstra a variedade de uso como apoio ao ensino.

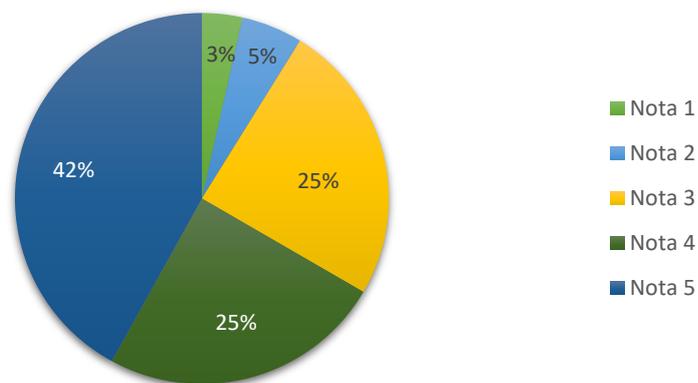
Figura 20. Conhecimento em outros softwares.



Fonte: elaboração própria.

Quanto à avaliação do software utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes usariam novamente a ferramenta avaliada neste estudo de caso novamente, conforme Figura 21.

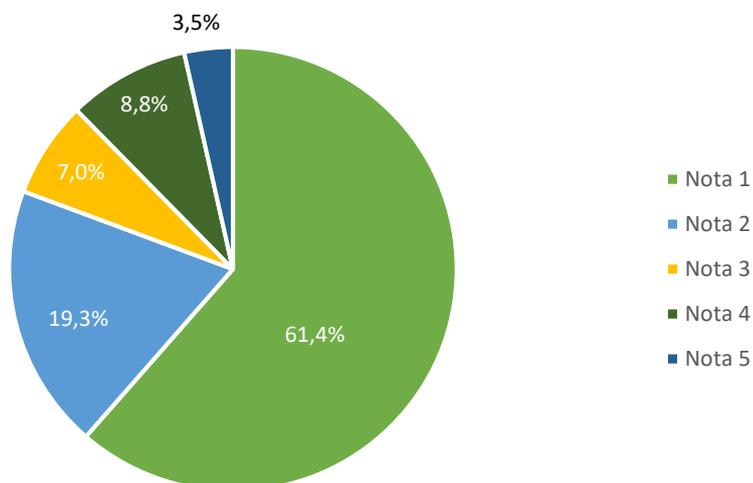
Figura 21. Avaliação da questão 1 do método SUS.



Fonte: elaboração própria.

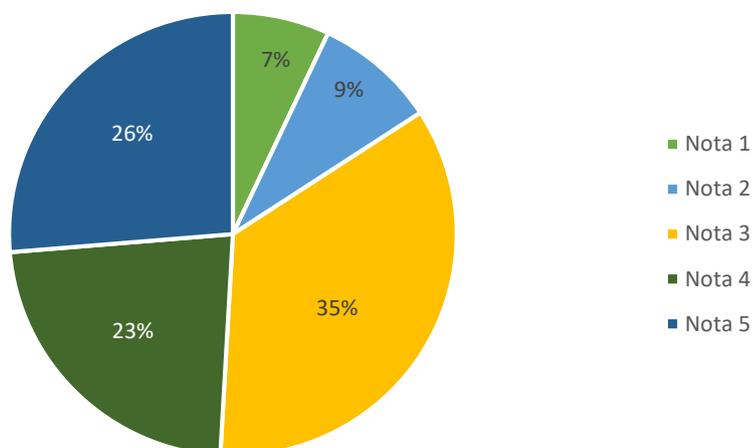
Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes discordam quanto à complexidade do sistema, conforme Figura 22.

Figura 22. Avaliação da questão 2 do método SUS.



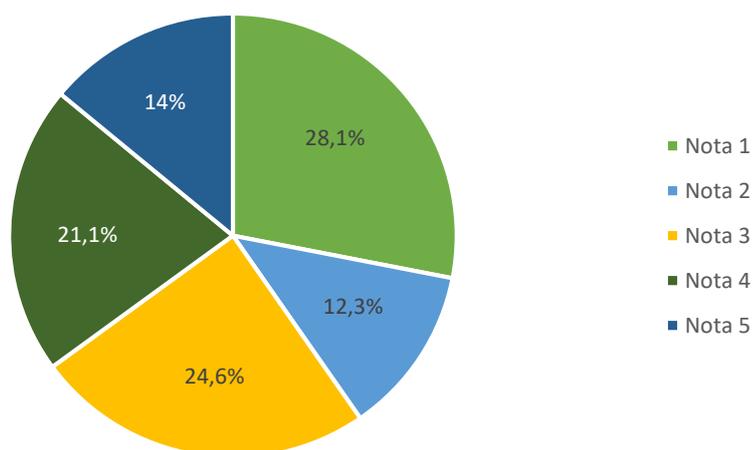
Fonte: elaboração própria.

Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes considera médio a facilidade de uso da ferramenta, conforme demonstra Figura 23.

Figura 23. Avaliação da questão 3 do método SUS.

Fonte: elaboração própria.

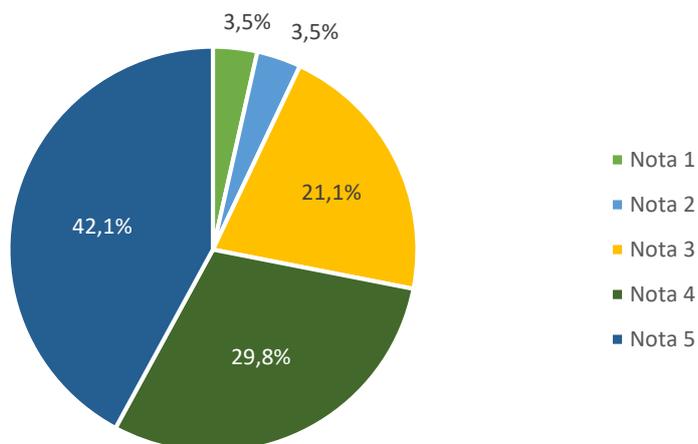
Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes discorda da necessidade de apoio técnico para o uso da ferramenta, conforme Figura 24.

Figura 24. Avaliação da questão 4 do método SUS.

Fonte: elaboração própria.

Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes concorda que as funções do programa estão bem integradas, conforme Figura 25.

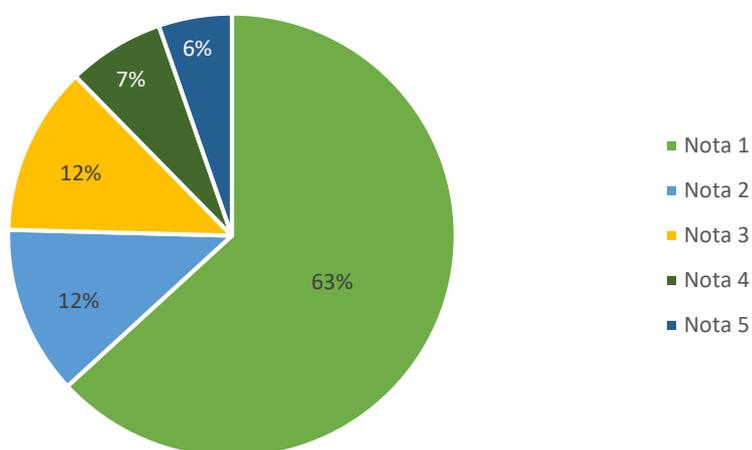
Figura 25. Avaliação da questão 5 do método SUS.



Fonte: elaboração própria.

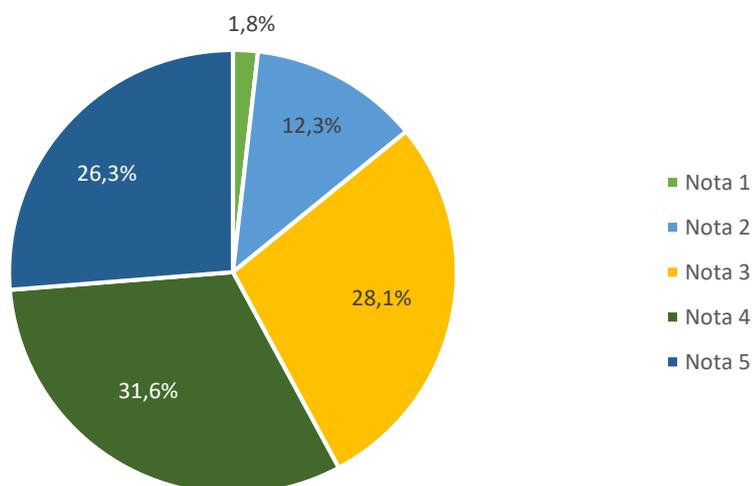
Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes concorda que o sistema avaliado é consistente, conforme Figura 26.

Figura 26. Avaliação da questão 6 do método SUS.



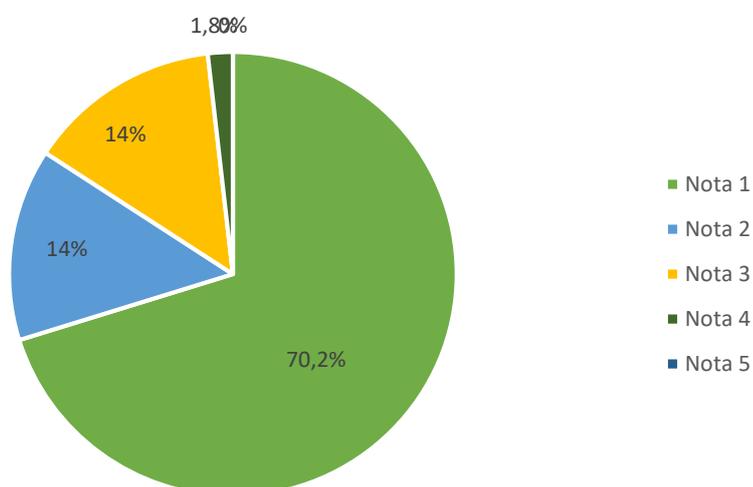
Fonte: elaboração própria.

Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes concorda que o sistema avaliado é de fácil compreensão, conforme Figura 27.

Figura 27. Avaliação da questão 7 do método SUS.

Fonte: elaboração própria.

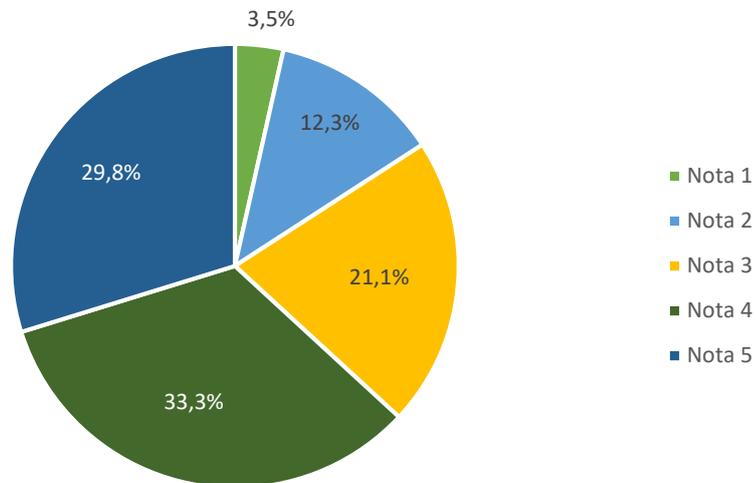
Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes discorda que o sistema avaliado seja inconveniente, conforme demonstrado na Figura 28.

Figura 28. Avaliação da questão 8 do método SUS.

Fonte: elaboração própria.

Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes considera média a confiança usando o sistema, conforme Figura 29.

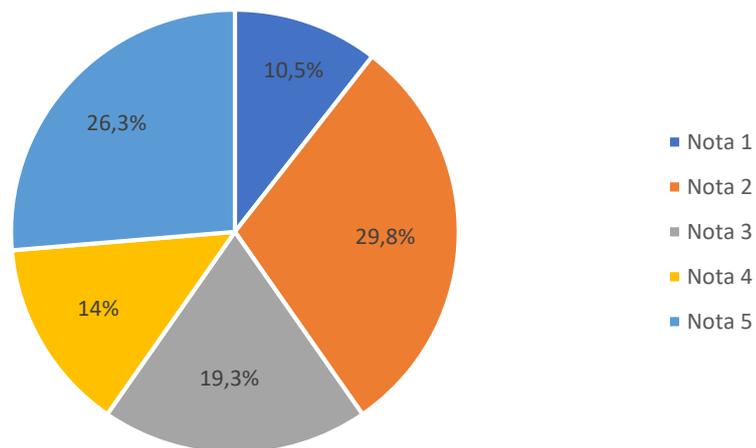
Figura 29. Avaliação da questão 9 do método SUS.



Fonte: elaboração própria.

Após a avaliação utilizando a métrica SUS, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes discorda da necessidade de conhecimento prévio para uso da ferramenta, conforme Figura 30.

Figura 30. Avaliação da questão 10 do método SUS.

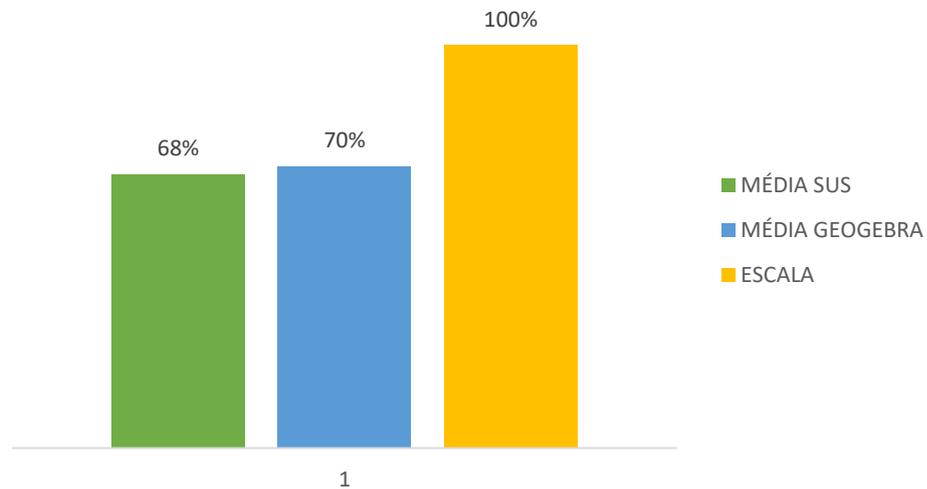


Fonte: elaboração própria.

Para a aplicação da métrica SUS, foi feita a consolidação de dados dos usuários participantes, como demonstrado na Figura 31. Logo, feita a avaliação do

software pelo método SUS, obtivemos o resultado de 70% de satisfação, classificando assim a usabilidade, pelo método SUS como ACIMA DA MÉDIA.

Figura 31. Gráfico percentil ranking



Fonte: Elaboração própria

Por fim, utilizando a técnica de arredondamento sugerido pelo próprio método SUS, alcançou-se o resultado de 70%.

Figura 32. Resultado final normalizado.

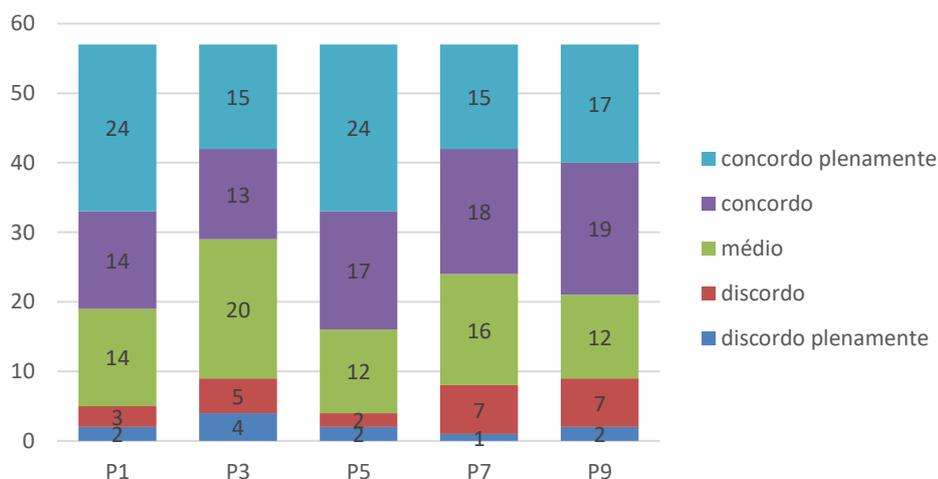
VALOR MÉDIO DO SUS	VALOR MÉDIO DA AVALIAÇÃO DO SOFTWARE GEOGEBRA NO ESTUDO DE CASO
68	69,95614035
	ARREDONDAMENTO
	70%
ESCALA	100%
MÉDIA GEOGEBRA	70%
MÉDIA SUS	68%

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 33, podemos observar os resultados referentes às questões ímpares da métrica SUS, aplicado ao GeoGebra neste estudo de caso. Nas questões ímpares, é possível perceber aspectos positivos, que favorecem a avaliação. As questões foram:

1. Penso que eu gostaria de usar esse sistema frequentemente.
3. Achei que o sistema foi fácil de usar.
5. Achei que várias funções nesse sistema foram bem integradas.
7. Imagino que a maioria das pessoas aprenderia rapidamente a usar esse sistema.
9. Me senti bem confiante usando esse sistema.

Figura 33. Respostas das perguntas ímpares da métrica SUS



Fonte: Elaboração própria.

Já na Figura 34 podemos observar os resultados referentes às questões pares da métrica SUS, aplicado ao Geogebra neste estudo de caso. Nas questões pares, é possível perceber aspectos negativos, que desfavorecem a avaliação. As questões foram:

2. Achei o sistema desnecessariamente complexo.

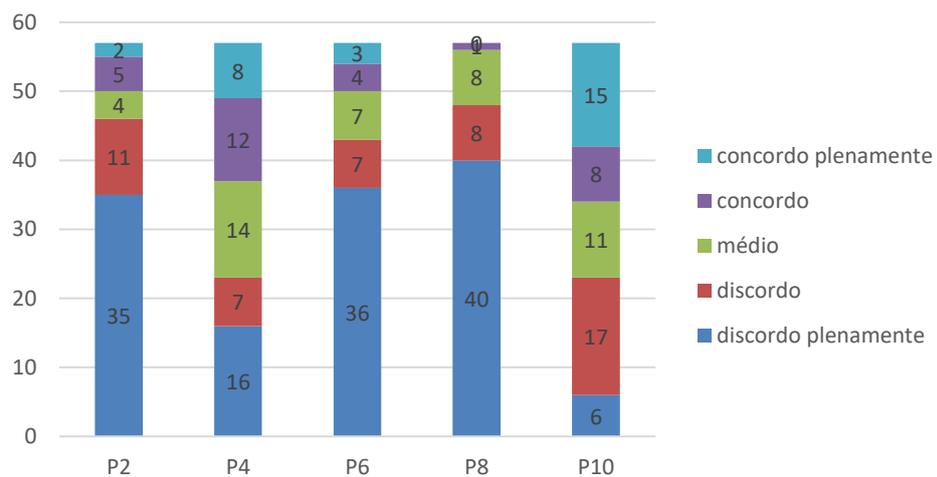
4. Acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para poder usar esse sistema.

6. Achei que tinha muita inconsistência nesse sistema.

8. Achei o sistema muito inconveniente de usar.

10. Precisei aprender bastante coisas antes de conseguir ir a diante com esse sistema.

Figura 34. Respostas das perguntas pares da métrica SUS



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, é possível afirmar que, utilizando a métrica SUS, o software Geogebra comprovou-se usual diante do universo deste estudo de caso. Partindo da mesma lógica, é possível afirmar que a usabilidade da ferramenta aqui apresentada é considerada suficiente para a compreensão de seus usuários.

A próxima seção faz suas considerações finais acerca deste trabalho e das tecnologias de informação bem como apresenta as recomendações de trabalhos futuros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de softwares educativos é um passo importante e necessário, uma vez que as ferramentas de Tecnologia da Informação passam a integrar as metodologias de ensino. Cada dia mais a TI vem sendo introduzida dentro do contexto de ensino com grande contribuição e é preciso garantir que o uso destas ferramentas seja feito com qualidade.

Uma criteriosa avaliação de softwares educativos garante que as melhorias possam ser implementadas nas futuras atualizações, graças à interação entre os envolvidos e a aplicação avaliada. Assim sendo, o objetivo deste projeto foi avaliar a usabilidade de um software educativo utilizando a métrica “Escala de usabilidade de sistema”. Para tal, foi feito um estudo acerca da métrica bem como sua aplicação no estudo de caso. Por fim, nota-se que a média coletada na amostra da avaliação foi 69,95, ou 70% (após normalização), classificando e justificando assim o software como acima da média, o que justifica seu uso no âmbito educacional.

6.2 RECOMENDAÇÕES

Como recomendações para trabalhos futuros sugere-se:

- a) Determinar fatores que podem aumentar ou diminuir a média de avaliação de softwares educativos utilizando a métrica de “Escala de usabilidade de sistema”.

- b) Elaborar um estudo de caso mostrando a diferença de resultados da avaliação entre alunos da Matemática e Sistemas de Informação, considerando o conhecimento prévio em informática e utilizando a ferramenta GeoGebra;

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9241: ergonomia da interação humano-sistema**. Parte 11: Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

HOHENWARTER, MARKUS: **Ein Softwaresystem fur dynamische Geometrie und Algebra der Ebene**. In German, aris Lodron University, Salzburg, Austria, 2002.

MORAN, José Manuel. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias**. Porto Alegre, vol. 3, n.1 (set. 2000) UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, pág. 137-144.

NETTO, Alvim Antônio de Oliveira. **IHC – Interação Humano Computador: Modelagem e Gerência de Interfaces**. Florianópolis: Visual Books, 2004. 120 p.

OLIVEIRA, Silvia Sales de; NETO, Hermínio Borges; GOMES, Alex Sandro. **Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática - O caso das estruturas aditivas**. FAGED/UFC, 2007.

PREECE, Jeniffer. **Design de interação: além da interação homem-computador**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ROCHA, Heloísa Vieira da; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. São Paulo: Unicamp, 2003. 244 p.

SANTOS (1999), Fabia Magali. **Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Criteriosa**.

GEOGEBRA. Site oficial. Disponível em:< <https://www.geogebra.org/home>>. Acesso em 14/11/2016.

STAIR, R.M.;REYNOLDS, G.W. **Princípios de Sistemas de Informação – uma abordagem gerencial**. Ed. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

SYSTEM, Usability Scale. Disponível em:<<https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>>. Acesso em 21/12/2016.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento** – Campinas, SP: Unicamp/NIED, 1999.

APÊNDICE A – ROTEIRO DA OFICINA

<p>Descrição do teste de usabilidade do software</p>	<p>Teste de Usabilidade do Software educacional Geogebra realizado com alunos de licenciatura em matemática com os objetivos de:</p> <p>a) avaliar a usabilidade da interface do software educativo Geogebra através da aplicação de questionário de satisfação de uso analisando se este atende aos aspectos de usabilidade proposto pela área de IHC, comparar os resultados obtidos durante a realização, e mensurar os possíveis problemas de usabilidade constatados durante a realização da atividade.</p> <p>b) validar os dados obtidos buscando-se corrigir os possíveis erros gerados nas etapas anteriores.</p> <p>c) Analisar os dados validados nas etapas anteriores buscando mensurar a usabilidade do software educativo em análise pela métrica <i>System Usability Scale (SUS)</i>.</p>
<p>Público Alvo</p>	<p>Alunos do 7º período do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Acre</p>
<p>Carga Horária</p>	<p>2 horas</p>
<p>Local da Experimento</p>	<p>Laboratório de Informática do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Acre</p>
<p>Dia e Horário do experimento no Geogebra</p>	<p>25/03/2017 das 09:20h às 11h20</p> <p>28 e 30 /03/2017 e 03/04/2017 das 20h às 22h00</p>
	<p>1) os alunos serão encaminhados ao laboratório do curso de Licenciatura em Matemática.</p> <p>2) apresentação Inicial: Componentes, objetivo do trabalho etc.</p>

Atividades	<p>3) Início do Experimento: apresentação das ferramentas escolhidas:</p> <ul style="list-style-type: none">3.1) verificar se todos estão com as ferramentas instaladas3.2) propor a atividade a ser resolvida3.3) apresentar o questionário diagnóstico no Google Forms (app de formulários online).3.4) apresentar questionário com respostas em escala linear sobre o grau de usabilidade encontrado na ferramenta <p>4) Aplicação do Questionário Final</p> <p>5) Fechamento da Oficina</p>
-------------------	---

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Prezado(a),

Este é o formulário diagnóstico de Usabilidade de Software. Favor preencher corretamente todos os campos.

1. Nome Completo

2. Período

- a) 7º B
- b) 7º C

3. Sexo

- a) Feminino
- b) Masculino

4. Faixa Etária

- a) 16 - 20
- b) 21 - 25
- c) 26 - 30
- d) 31 - 35
- e) 36 ou mais

5. Conhecimento sobre informática

- a) Básico - Ligar e desligar um computador, organizar área de trabalho, pesquisar na internet, editores de texto, planilhas de cálculo, gerador de apresentações.
- b) Intermediário - Montagem e manutenção de computadores, edição de imagens, sistemas operacionais.
- c) Avançado - Redes e comunicação de computadores, servidores, aplicações web, segurança da informação, desenvolvimento de aplicativos e programas de computadores.
- d) Não possui conhecimento de informática

6. Qual o motivo da escolha do curso Licenciatura em Matemática?

- a) Por gostar muito de matemática, desde sempre.

- b) Por acreditar ter afinidade pela docência e gostar de matemática.
- c) Obter o título de nível superior para realização de concursos públicos.
- d) Para obter melhor conhecimento na aplicação em casos reais da matemática, área esta que sempre me cativou.
- e) De ter grandes perspectivas para o futuro, diversas saídas profissionais e, também porque sempre me interessei pela matemática.
- f) Não tive outra opção de escolha.

7. Em seu ponto de vista os recursos tecnológicos (computadores, internet, softwares educativos, etc) podem contribuir à prática de aprender e ensinar?

- a) Sim
- b) Não
- c) Talvez

8. Você acredita que o uso de softwares educativos pode contribuir na aproximação do aluno à matéria que possuem mais dificuldade, facilitando assim seu aprendizado?

- a) Sim
- b) Não
- c) Talvez

9. Durante a graduação você já havia feito o uso de alguma ferramenta ou software específico que contribuiu em seu aprendizado na matemática?

- a) Sim
- b) Não
- c) Talvez

10. Você como futuro docente empregaria algum tipo de aplicativo ou software como ferramenta de aprendizagem em sala de aula?

- a) Sim
- b) Não

c) Talvez

11. Seus professores (ensino fundamental e médio) faziam uso de recursos tecnológicos (computadores, internet, jogos educativos, etc) no processo de ensino da matemática?

a) Sim

b) Não

12. Seus professores (ensino superior) fazem o uso de recursos tecnológicos (computadores, internet, jogos educativos, etc) em seu processo de ensino?

a) Sim

b) Não

13. Você já participou de atividades de extensão (palestras, minicursos, conferências, etc) voltadas para a utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) no ensino da matemática?

a) Sim

b) Não

14. Em seu estágio supervisionado, você busca usar algum software educativo em suas atividades em sala de aula?

a) Sim

b) Não

15. Qual software educativo você usa em suas atividades de estágio supervisionado?

16. Em seu estágio supervisionado você incentiva os alunos a utilizar alguma ferramenta ou software educativo voltado para o aprendizado na matemática?

a) Sim

b) Não

17. Qual seu nível de conhecimento no Geogebra?

- a) Básico
- b) Intermediário
- c) Avançado
- d) Não possui conhecimento no Geogebra

18. Você conhece algum desses softwares educativos voltados para o ensino da matemática? Quais?

Marque todas que se aplicam.

- a) Algebrus b) Geogebra c) Aplusix II d) Maple e) Derive f) Maxima g) Factais h) Modellus i) Gnuplot j) MudPAD l) Kmplot m) SICRE n) SimCalc o) Trigonometria p) Wingeon q) Winplot r) WinMat s) Outros t) Nenhum

ANEXO – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Federal do Acre
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
Bacharelado em Sistemas de Informação

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado participante,

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa **AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SOFTWARES EDUCACIONAL GEOGEBRA APLICANDO A MÉTRICA SYSTEM USABILITY SCALE**, desenvolvida por **Elizete do Nascimento Lino**, discente do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal do Acre (UFAC), sob orientação do Professor Me. **Luiz Augusto Matos da Silva**.

O objetivo desse estudo é avaliar a usabilidade da interface do software educativo Geogebra. Os resultados serão utilizados para fins acadêmicos, sendo todas as informações obtidas confidenciais e mantidas sob sigilo, bem como mantidas anônimas as identidades dos participantes.

Em qualquer momento o participante poderá obter esclarecimentos sobre os procedimentos utilizados na pesquisa e nas formas de divulgação dos resultados. Tem também a liberdade e o direito de recusar sua participação ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa.

Eu _____, CPF _____, RG _____, concordo participar de livre e espontânea vontade desta pesquisa. Eu li e compreendi este termo e fui devidamente esclarecido de minhas dúvidas.

Assinatura do entrevistado/participante

Assinatura(s) do(s) pesquisador(es)

Rio Branco, AC, ____ / ____ / 2017.

ANEXO B – ESCALA DE USABILIDADE DE SISTEMA

© Digital Equipment Corporation, 1986.

Discordo

Concordo

plenamente

plenamente

1. Penso que eu gostaria de usar esse sistema frequentemente.

1	2	3	4	5

1	2	3	4	5

2. Achei o sistema desnecessariamente complexo.

1	2	3	4	5

1	2	3	4	5

3. Achei que o sistema foi fácil de usar.

1	2	3	4	5

1	2	3	4	5

4. Acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para poder usar esse sistema.

1	2	3	4	5

1	2	3	4	5

5. Achei que várias funções nesse sistema foram bem integradas.

1	2	3	4	5

6. Achei que tinha muita inconsistência nesse sistema.

1	2	3	4	5

7. Imagino que a maioria das pessoas aprenderia rapidamente a usar esse sistema.

8. Achei o sistema muito inconveniente de usar.

9. Me senti bem confiante usando esse sistema.

10. Precisei aprender bastante coisas antes de conseguir ir a diante com esse sistema.

