



X ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
Diálogo e Alteridade: a potência da horizontalidade entre
escola e universidade

Montes Claros – Minas Gerais
Outubro/novembro de 2024

GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DO CÁLCULO

Isabella Araújo de Moura Oliveira¹

Marli Duffles Donato Moreira²

RESUMO

O projeto *Gamificação no Ensino do Cálculo* teve como principal finalidade desenvolver e avaliar experiências didáticas gamificadas destinadas ao ensino de Cálculo nos cursos de graduação da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Tivemos como objetivo aprimorar o processo de ensino e de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral, promovendo diferentes experiências didáticas a serem utilizadas na UFV. O trabalho fundamentou-se na perspectiva da enculturação matemática e em estudos sobre experiências didáticas gamificadas. Para tratamento dos dados, usamos procedimentos de natureza qualitativa a partir de um estudo de caso. O projeto visou contribuir para a compreensão dos conceitos fundamentais do Cálculo Diferencial e Integral necessários para acompanhar as disciplinas matemáticas nos cursos de graduação da UFV, analisando as possíveis contribuições de uma abordagem pedagógica gamificada para minimizar as numerosas taxas de reprovação nas disciplinas da área de matemática.

Palavras-chave: Gamificação. Cálculo. Experiências gamificadas. Enculturação Matemática.

1. INTRODUÇÃO

O Cálculo Diferencial e Integral integra a matriz curricular de diversos cursos de graduação da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Compreender e utilizar os conceitos e técnicas fundamentais do Cálculo, tais como limites, derivadas e integrais, no contexto de funções reais de uma variável real e desenvolver a habilidade de aplicá-los na resolução de problemas em várias áreas de conhecimento é objetivo da formação profissional de estudantes universitários dos diferentes cursos oferecidos pela UFV. Em todos os períodos letivos, centenas de alunos matriculam-se nas turmas de Cálculo I. Entretanto, a experiência da maioria dos estudantes tem sido a de reprovações sucessivas e o não aprendizado dos

¹ Graduanda da Universidade Federal de Viçosa(UFV). isabella.moura@ufv.br.

² Docente da Universidade Federal de Viçosa (UFV). marliddmoreira@ufv.br.

conceitos básicos desta disciplina. Estes resultados contribuem para um alto índice de reprovação e retenção nos diferentes cursos. Este não é um problema específico da UFV e é observado em diferentes instituições, públicas e particulares, por todo o Brasil.

Há vários anos, o alto índice de reprovação em Cálculo Diferencial e Integral, tanto em universidades públicas como particulares, tem despertado o interesse de pesquisadores e o temor dos estudantes. Entre 1990 e 1995 a taxa de reprovação em Cálculo Diferencial e Integral na Universidade Estadual de São Paulo (USP) variava entre 20% e 70%, na Universidade Federal Fluminense (UFF), entre 1996 e 2000 a taxa de reprovação variava entre 45% e a alarmante taxa de 95% e na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a taxa de reprovação entre 2011 e 2013 foi de 75%. (Biazutti; Andrade; Vaz, 2020, p. 2)

Visando contribuir para minimizar este problema, esta pesquisa teve como propósito desenvolver, aplicar e avaliar uma estratégia de ensino gamificada para aprimorar o processo de aprendizagem dos estudantes de graduação que tenham o Cálculo em suas matrizes curriculares. Neste sentido, foi objetivo desta pesquisa propor estratégias e ações de ensino voltadas à aprendizagem dos conceitos básicos do Cálculo oportunizando uma experiência didática gamificada com o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) em didáticas direcionadas aos alunos dos cursos de graduação da UFV. Os temas trabalhados foram os conceitos básicos do Cálculo Diferencial e Integral, a saber: Funções; Limites e Continuidade (Villacorta; Moreno, 2014).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Matemática, na maioria das vezes, é vista como uma disciplina difícil, pronta e acabada, sem espaço para a criatividade e a experimentação. Esta abordagem pedagógica tradicional gera uma grande aversão nos alunos, fazendo com que acreditem que é algo distante da realidade e, muitas vezes, sem utilidade. Julgam que somente alguns dos alunos 'muito inteligentes' são capazes de aprender. Para superar essas dificuldades, se faz necessária uma interferência no processo de ensino e de aprendizagem de modo a detectar as dificuldades e buscar metodologias que possibilitem o acesso a esse conhecimento por todos os estudantes, um ensino inclusivo e com compreensão. Assim sendo, o Projeto

Gamificação no Ensino do Cálculo pretendeu propor experiências didáticas gamificadas para os alunos dos cursos de graduação da UFV que contam com esta disciplina em suas matrizes curriculares e investigar os resultados no que diz respeito à aprendizagem dos participantes.

2.1. ENCULTURAÇÃO MATEMÁTICA

Enculturação matemática é o processo de apropriação pelos alunos dos objetos matemáticos construídos ao longo da História Humana (Bishop, 1991, 2008). Este processo está profundamente enredado com a socialização e abrange a linguagem, os valores, as técnicas e as práticas da cultura matemática estabelecida. A enculturação matemática é, portanto, um processo intencional de envolvimento com a cultura matemática e de interação entre cada aluno e aqueles que partilham desta cultura.

A matemática é uma ciência pancultural, isto é, está presente na história de diferentes civilizações (Bishop, 1988, 1991, 2008). Assim, não é adequado referirmo-nos à matemática como a uma só, mas às matemáticas que as diversas culturas produziram e produzem ao longo do tempo. Os registros históricos revelam-nos a existência de inúmeros sistemas de numeração, diferentes modos de medição, muitas geometrias nos diversos domínios matemáticos. Cada povo concebeu uma matemática com características próprias e para atender às suas demandas específicas. Assim, podemos referir-nos à matemática egípcia, à matemática grega, à matemática hindu, à matemática africana e muitas outras. Entretanto, as diferenças, Bishop (1991, 2008) sustenta que há uma raiz comum às diferentes matemáticas praticadas pelos povos; o acervo matemático de que hoje dispomos tem origem em seis atividades universais: contagem, localização, medição, desenho, jogo e explicação.

Assim sendo, a matemática que ensinamos hoje é o produto de um determinado percurso histórico-cultural:

A matemática não é, portanto, apenas uma parte de todas as matemáticas que diferentes culturas desenvolveram, é uma linha particular de conhecimento desenvolvido que tem sido cultivado por certos grupos culturais até atingir a forma particular que conhecemos hoje. (Bishop, 1991, p. 57)

Desta forma, a matemática é um fenômeno pancultural que teve origem em determinado período da história humana, estendeu-se por diferentes grupos sociais para atender demandas específicas a partir das seis atividades referidas presentes nas diversas civilizações. Estas seis atividades universais, realizadas em interação ou separadamente, são a gênese da tecnologia matemática simbólica que hoje conhecemos e continuam dando origem a novos conceitos matemáticos; elas devem fazer parte do currículo de matemática numa perspectiva de enculturação (Bishop, 1991).

2.2. GAMIFICAÇÃO

As metodologias ativas propõem um novo desenho para as atividades de ensino e aprendizagem. O estudante passa a desempenhar um papel ativo na apropriação do conhecimento e o professor ocupa o lugar de mediador neste processo. Neste novo cenário, a gamificação aparece como uma metodologia inovadora e promissora para auxiliar neste redesenho do trabalho em sala de aula.

O uso da gamificação teve início nas áreas de marketing e administração de negócios:

Gamificar destina-se a pessoas interessadas em alavancar a gamificação em suas organizações. Embora a gamificação ofereça uma tremenda oportunidade, ainda é cedo no desenvolvimento da tendência e há muito poucas implementações padronizadas com sucessos comprovados que podem ser facilmente replicadas. (Burke, 2014, p. 12, *tradução própria*)

A gamificação é um conceito relativamente recente cuja proposta é incorporar elementos dos jogos em contextos de não-jogos (Deterding et al., 2011). Tem sido adotada nos ambientes corporativos. A penetração da gamificação em contextos de negócios é crescente mas, nos contextos educacionais o seu uso é ainda incipiente (Dicheva et al., 2015).

O feedback instantâneo característico do ambiente gamificado permite uma ressignificação do erro no processo de ensino e de aprendizagem.

D'Ambrosio (2009) conceitua a matemática como uma estratégia social de percepção do mundo:

Vejo a disciplina matemática como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade

sensível, perceptível, e com seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural. (p. 7-8)

Desenvolver a literacia matemática dos estudantes é um imperativo na atualidade, porém este objetivo não tem sido alcançado em diversos países. Literacia matemática diz respeito à capacidade de ler, compreender e atuar no mundo a partir do conhecimento matemático é “a capacidade dos indivíduos de raciocinar matematicamente e resolver problemas em uma variedade de contextos do século XXI” (Ocde, 2018, p. 6, *tradução nossa*) . É tempo de promover mudanças nas práticas pedagógicas. A escola do século passado já não responde às necessidades do tempo presente. Harari (2018, p. 251) afirma:

Em tal mundo, a última coisa que um professor precisa dar a seus alunos é mais informação. Eles já têm muito disso. Em vez disso, as pessoas precisam da capacidade de dar sentido à informação, de dizer a diferença entre o que é importante e o que não é importante e, acima de tudo, de combinar muitas informações em uma ampla imagem do mundo.

O ensino focado em transmissão de conteúdos e memorização ganhou o apoio de novos recursos. A transmissão de conteúdos pode acontecer de diferentes formas, através de diferentes metodologias. Diante da facilidade de acesso às mais diversas informações através da internet, o ensino escolar deve, então, promover a capacidade dos estudantes em lidar com um mundo em rápida transformação:

(...) as escolas devem minimizar as habilidades técnicas e enfatizar as habilidades gerais para a vida. O mais importante de tudo será a capacidade de lidar com mudanças, aprender coisas novas e preservar seu equilíbrio mental em situações desconhecidas. (Harari, 2018, p. 252)

Ponte (2010, p. 13-14) afirma que “Ensinar Matemática como um produto acabado, tem-se revelado problemático para sucessivas gerações de professores. Muitos alunos acham que a disciplina não faz qualquer sentido e que não vale a pena esforçarem-se para aprender.” Há, ainda, a dificuldade gerada pela concepção generalizada socialmente de que a matemática é uma disciplina acessível apenas aos alunos com uma inteligência excepcional. Conforme Ponte (1992, p.1), “A Matemática é geralmente tida como uma disciplina extremamente difícil, que lida com objectos e teorias fortemente abstractas, mais ou menos incompreensíveis (...) atraindo pessoas com o seu quê de especial”.

3. GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DO CÁLCULO

Inicialmente, a nossa intenção era de realizar a experiência gamificada planejada com todos os alunos que faziam a disciplina de Cálculo nos mais diversos cursos da graduação. Porém, considerando o contexto de um período de greve da Universidade, optamos por enviar um convite através do email institucional destinado somente a alguns alunos que tinham a disciplina de Cálculo 1 (MAT146) em suas matrizes curriculares. Devido a este período atípico, decidimos realizar a coleta de dados exclusivamente com a primeira participante que cumpriu todo o “percurso gamificado proposto”. Assim, o projeto fundamentou-se em uma pesquisa de cunho qualitativo a partir de um estudo de caso com uma estudante do curso de Agronomia da UFV. Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFV que autorizou a realização da pesquisa com alunos dos cursos de graduação da UFV³.

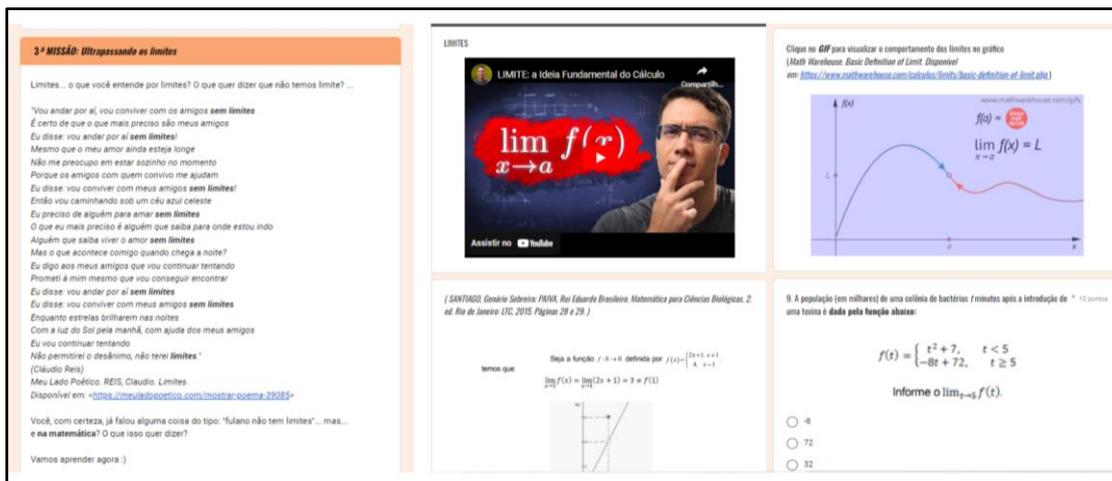
Conforme Bicudo (2013, p. 116),

O qualitativo engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências.

Elaboramos uma experiência gamificada que tem como finalidade contribuir significativamente para uma aprendizagem do Cálculo, optando assim, por utilizar a plataforma *Google Forms* para criar um tabuleiro virtual (percurso ou trilha didática) intitulado *Misterioso Poder do Cálculo*. Dessa forma, neste formulário, foram propostas diversas sessões representadas por três fases/missões de um jogo: *i. Descobrindo a História; ii. Desvendando as Funções; iii. Ultrapassando os Limites.*

³ Projeto aprovado pelo CEP/UFV sob o número CAAE 75327123.2.0000.5153.

Figura 1: Fases/Missões do *Forms* "Misterioso Poder do Cálculo".



Fonte: Dados da pesquisa.

Utilizamos a rede social Instagram @gamific.ufv para divulgar o projeto e suas consequentes atividades. Além disso, como fonte de complementação no processo gamificado, elaboramos uma página na internet (<https://sites.google.com/ufv.br/gamificacaonoensinodocalculo/>) na qual a participante pôde fazer pesquisas e tirar suas principais dúvidas durante o processo (Figura 2).

Figura 2: Site e Instagram do projeto.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na primeira missão *Descobrimo a História* foram propostas três questões de múltipla escolha tendo como base o texto e o vídeo de apoio disponibilizados. Já

na segunda missão *Desvendando as Funções*, as cinco questões, também de múltipla escolha foram divididas da seguinte forma: (i) conhecimentos gerais sobre as funções (domínio, contradomínio, imagem); (ii) representação de funções em gráficos; (iii) funções quadráticas; (iv) funções exponenciais e (v) funções logarítmicas. Por fim, na missão final *Ultrapassando os Limites*, as quatro questões apresentadas envolveram cálculos de limites e o conceito de continuidade.

Por ser uma metodologia ativa de aprendizagem na qual utiliza-se elementos de jogos, tais como mecânicas, estratégias e *feedback*, não sendo propriamente um jogo, a gamificação estimula o engajamento dos participantes e favorece um ambiente mais ativo e dinâmico. Assim, o ambiente gamificado difere das aulas tradicionais, estimulando um protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, foram anexados vídeos no formulário disponibilizado como recurso explicativo do conteúdo. Estes, ao dividirem o conteúdo em partes menores, proporcionam um aprendizado progressivo e motivador, semelhante aos níveis de jogos, apoiando-se na ideia da gamificação no que diz respeito ao engajamento, a própria fragmentação da temática e o feedback imediato.

A participante 'passava' pelas fases do 'tabuleiro virtual', de acordo com seus acertos. Caso não respondesse acertadamente às questões propostas, teria a possibilidade de voltar ao conteúdo para ser compreendido e, em seguida, tentar novamente.

4. RESULTADOS

Para análise dos resultados, a partir de uma abordagem qualitativa, foram utilizadas as seguintes fontes de dados: 1. coleta documental das produções da aluna no decorrer da experiência; 2. respostas a dois questionários online destinados à participante, um no início e outro no final da experiência; 3. registro das atividades e dos resultados.

Ao final das atividades, observamos os resultados da participante nos questionários e no formulário principal sobre suas experiências e como a gamificação colaborou na compreensão dos conteúdos estudados.

A experiência gamificada contou com a participação da aluna TN⁴ do curso de graduação em Agronomia. Destacamos, a seguir, algumas das respostas que consideramos relevantes, obtidas nos questionários e no formulário principal.

Em um primeiro momento, ainda no questionário inicial, TN destacou suas expectativas antes mesmo de iniciar o “percurso” gamificado: *“Estou ansiosa para aprender. O meu grande problema é saber por onde e como estudar o Cálculo 1, espero que isso me ajude. Parabéns pela iniciativa!”*.

Ao perguntá-la se havia aprendido algo na atividade e se tinha gostado, já ao final da experiência gamificada (formulário principal) “O Misterioso Mundo do Cálculo”, ela responde: *“Sim, foi uma ótima revisão. E de forma simples, clara e organizada consegui aprender sobre o cálculo. Muito obrigada pela oportunidade, foi divertido!!!”*.

Já no questionário final, TN nos informa: *“Muito bom, gostei da forma clara e organizada. É muito legal a gamificação. Queria que tivesse mais missões e exercícios, pois foi muito legal.”*

No Quadro 1, comparamos as respostas aos dois questionários a cada pergunta/afirmação proposta com o objetivo de perceber as mudanças (em destaque) a partir da experiência gamificada. Percebemos um comparativo de respostas entre os Questionários Inicial e Final em relação às perguntas/afirmações sobre o universo da Matemática e do Cálculo. Podemos observar mudanças notáveis nas percepções da participante. Inicialmente, a afirmação “Eu adoro Matemática” tinha uma concordância parcial, ao passo que no seguinte questionário, a concordância foi total. Já nas afirmações “Eu sou um bom/boa aluno(a) de Cálculo” e “Eu gosto das aulas de Cálculo”, as respostas passaram a ser de concordância parcial para concordância total, o que nos sugeriu uma melhoria na confiança ou no gosto pelos estudos do cálculo. Podemos perceber na afirmação “Eu conheço a história do Cálculo Diferencial e Integral” que houve outra alteração, passando de discordância para concordância, o que nos leva a indicar uma evolução do conhecimento sobre o tema. Por outro lado, ao analisar “A matemática é uma disciplina da área de exatas e não se relaciona com a área de humanas”, percebemos a mudança de concordância parcial para discordância,

⁴ O nome da aluna foi codificado para garantir o anonimato e a confidencialidade.

sugerindo um reconhecimento maior da interseção entre essas áreas. Contudo, já nas demais perguntas/afirmações, pudemos perceber que as respostas permaneceram as mesmas, prenunciando a importância da matemática e do cálculo em diversas áreas.

Quadro 1: Categorização das respostas dos questionários inicial e final(online).

Perguntas/Afirmações	Questionário Inicial	Questionário Final
1. "Eu adoro Matemática"	Em partes	Concordo
2. "A Matemática é importante para resolver problemas da minha área"	Concordo	Concordo
3. "O cálculo é uma ferramenta fundamental para resolver problemas científicos"	Concordo	Concordo
4. "Eu sou um bom/boa aluno(a) de Cálculo"	Em partes	Concordo
5. "Eu gosto das aulas de Cálculo"	Em partes	Concordo
6. "Eu conheço a história do Cálculo Diferencial e Integral"	Discordo	Concordo
7. "A matemática é uma disciplina da área de exatas e não se relaciona com a área de humanas"	Em partes	Discordo
8. "Função é uma relação entre 2 (dois) conjuntos que se ligam a partir de uma regra qualquer"	Concordo	Concordo
9. "A função exponencial é muito importante para modelar fenômenos naturais"	Concordo	Concordo
10. "Limite é o conceito matemático utilizado no Cálculo apenas para funções definidas no conjunto dos reais positivos"	Discordo	Discordo

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste projeto, esperamos contribuir para uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo nos cursos de graduação, com a dinamização do processo de ensino, sua relação com o conhecimento e com a construção da aprendizagem matemática pelos estudantes. Especificamente, pretendemos contribuir com a aprendizagem de conceitos básicos de Cálculo necessários para o acompanhamento das disciplinas matemáticas dos cursos de graduação da UFV.

Devido ao período de greve dos servidores da universidade, precisamos alterar as estratégias que tínhamos planejado inicialmente e realizar um estudo de caso com apenas uma aluna (em vez de trabalhar com todos os alunos das turmas de Cálculo).

Assim, nesta abordagem gamificada para o ensino de Cálculo, promovemos o protagonismo da única aluna participante na construção do conhecimento matemático a partir do uso das TDIC e oportunizamos uma experiência de aprendizado diferenciado tal como a estudante relatou.

Embora não possamos generalizar os resultados da experiência desta pesquisa, fundamentados na literatura e neste trabalho, os resultados que pudemos observar, indicam que a gamificação favoreceu a apropriação dos conteúdos iniciais do Cálculo pela participante e, também, a percepção de matemática como parte da cultura humana.

Desta forma, acreditamos que a metodologia proposta possa contribuir para reduzir a evasão e a repetência nas disciplinas de base matemática dos cursos de graduação das universidades.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Arthur Bernardes/UFV pelo apoio a essa pesquisa na forma de bolsa para a primeira autora.

REFERÊNCIAS

BIAZUTTI, A. C., ANDRADE, L. R. P. de & VAZ, R. F. N. Contribuições para o ensino de Cálculo: Reflexões do Grupo Transição do Projeto Fundão - UFRJ. Seminário de Pesquisa em Educação Matemática do Estado do Rio de Janeiro, Edição Virtual: SBEM, RJ, 2020.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica in Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática org. Marcelo de Carvalho Borba e Jussara de Loiola Araújo, Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

BISHOP, A. J. Mathematics education in its cultural context. Educational Studies in Mathematics, 179-191, 1988.

BISHOP, A. J. Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991.

BISHOP, A. J. Mathematical power to the people. In P. Clarkson & N. Presmeg (Eds.), *Critical issues in mathematics education: Major contributions of Alan Bishop* (pp. 151-166). New York: Springer, 2008.

BURKE, B. *Gamify: How gamification motivates people to do extraordinary things*. Brookline, MA: Bibliomotion, Inc, 2014.

DETERDING, DIXON, KHALED, RILLA & NACKE. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek, 2011.

DICHEVA, DICHEV, AGRE, & ANGELOVA. Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*. 18. 75-88, 2015.

D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática: Da teoria à prática (17a edição)*. SP: Papyrus, 2009.

HARARI, Y. N. *21 lessons for the 21st century*, New York: Random House, 2018.

OCDE, PISA 2021. *Mathematics framework (Second draft)*. <https://pisa2021-maths.oecd.org/index.html>, 2018.

PONTE, J. P. Explorar e investigar em Matemática: Uma actividade fundamental no ensino e na aprendizagem. *Unión*, 21, 13-30, 2010.

PONTE, J. P. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In J. P. Ponte (Ed.), *Educação matemática: Temas de investigação*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1992.

VILLACORTA, K. D. V., MORENO, F. A. G. *Cálculo Diferencial e Integral*. Editora da UFPB, 2014. Disponível em: <http://produção.virtual.ufpb.br/books/edusantana/calculo-diferenciale-integral-livro/livro/livro.pdf>