A IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM – UMA ANÁLISE DA CENA DO FILME "MATRIX" APLICADA ÀS PROPRIEDADES DE LIMITE.

Rafael Ávila Moraes – rafael_moraes30@hotmail.com
Universidade Federal do Pará; Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica.
Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá
66075-110 – Belém – Pará

Resumo: *Há diversas técnicas de educação utilizadas no processo de ensino e aprendizagem e uma delas é a contextualização. Construir o conhecimento sob uma nova ótica mais acessível ao aluno de forma que as propriedades utilizadas evidenciem o conteúdo teórico aliando-o com a prática é um desafio dos educadores. Com base nisto, foi aplicada esta técnica a um dos assuntos abordados no Cálculo Diferencial e Integral denominado de Limite através de uma cena clássica do filme "Matrix" (1999). Foi abordada a construção das funções, conceitos e propriedades de limites existentes e não existentes e plotagem dos gráficos sob a ótica da cena em que Neo (Keanu Reaves) desvia-se das balas atiradas pelo Agente Jones (Robert Taylor). Também foram utilizadas propriedades antropométricas que possibilitaram a obtenção de dados médios corporais dos personagens com o objetivo de aplica-las na construção das funções utilizadas no cálculo dos limites. Com isto, este trabalho tem o objetivo de mostrar uma nova forma de abordagem do conteúdo de Limite utilizando as técnicas de contextualização propostas através da cena escolhida demonstrando uma alternativa possível no ensino visando concretizar a aprendizagem de forma inovadora e eficiente.*

Palavras-chave: *Ensino, Aprendizagem, Contextualização, Limite, Matrix.*

1 INTRODUÇÃO

O ensino do Cálculo Diferencial e Integral na Universidade tem sido um desafio aos educadores, pois a complexidade dos assuntos abordados exige uma manipulação matemática cada vez mais avançada que representa a expressão de determinados casos reais através dos números, mas os alunos ainda sentem uma grande dificuldade em enxergar que o estudo da teoria está diretamente relacionado à solução de problemas na prática, sendo esta, uma das funções básicas de um engenheiro.

Pode-se dizer que a aprendizagem se torna eficiente quando o ensino é esclarecedor o suficiente para adquirir o domínio sobre determinado assunto a ponto de torná-lo apto a executar e transmitir o que se aprendeu. Levando em conta que o processo de ensino e aprendizagem tem buscado mais técnicas de aperfeiçoar os seus métodos de ensino e a contextualização tem se tornado uma poderosa ferramenta de alcance e compreensão da matemática pelos estudantes.

A estratégia de utilizar o cotidiano como aplicação do que se aprende em sala de aula faz com que o aluno alie a teoria com a prática direta do conteúdo ministrado. Dessa forma acontece nos primeiros contatos com o ensino da matemática quando as operações básicas são contextualizadas com situações fictícias como, por exemplo, personagens que dividem entre si as frutas que possuem, facilitando assim o entendimento da aritmética pelos alunos através dos educadores.

Novas abordagens na educação surgiram com o advento da mudança de paradigma na ciência, da necessidade de superar o pensamento newtoniano-cartesiano. Em decorrência, o ensino como produção de conhecimento veio propor o envolvimento do aluno no processo educativo. Este desafio estimula os professores a buscarem uma prática pedagógica que possa formar uma aliança e ser compatível com as mudanças paradigmáticas da educação. (M. PARCHEM, SCHEER, C. PARCHEM, 2007)

Na Universidade, especificamente na Engenharia, a disciplina de Cálculo tem sido um dos motivos de reprovação e evasão nos cursos devido a uma série de fatores que norteiam o aluno e provocam tais consequências. Sabe-se que a justificativa mais recorrente dos alunos em virtude dessas consequências é acerca da aplicação do que se aprende em Cálculo, pois encaram as muitas fórmulas e a álgebra como algo teoricamente dificultoso de se aplicar na prática das áreas de conhecimento da Engenharia.

Limite, Derivada e Integral são alguns dos assuntos abordados no Cálculo e todas elas possuem aplicações práticas. Determinar o custo de uma produção, o tempo que um foguete precisa para ir da Terra até ao espaço e, até mesmo, a porcentagem de golpes necessários para se vencer uma partida em um jogo de vídeo game são questões cotidianas que podem ser demonstradas e analisadas através de Limite, pois ela estuda o comportamento de uma função tendo como referência grandezas que se modificam em virtude de uma variável. Com base nisto, é possível verificar que o método de contextualização no ensino oferece um meio mais acessível e atrativo para os alunos quando as propriedades, manipulações matemáticas e resolução de exercícios de Limite estabelecem uma cooperação entre teoria e prática que leva o jovem a enxergar o Cálculo como uma ferramenta de expressão singular da realidade. É preciso levar em conta que a contextualização no processo de ensino e aprendizagem é um método secundário que apenas se torna eficaz através do conteúdo teórico anteriormente ministrado estabelecendo assim a relação teoria e prática.

Existem inúmeras formas de demonstrar a aplicação de Limites, porém promover a inovação nas abordagens desse assunto tem sido um desafio maior, pois precisa ser contextualizável o suficiente para abranger as propriedades do assunto e atrativo o bastante para promover o elo do aluno com o conteúdo. Propôs-se então, neste artigo, a análise, sob os conceitos de Limite, de uma cena clássica de "Matrix" (1999), um filme que conta a história de uma realidade manipulada pelo virtual através dos números e programação avançada que desenvolve uma inteligência artificial que aprisiona as pessoas em um mundo irreal, mas que se torna ameaçada com o surgimento do "Escolhido", aquele que será capaz de decifrar a Matrix a ponto de derrotar este sistema opressor, promover a libertação e conduzir essas pessoas de volta a realidade. A cena analisada mostra Neo (Keanu Reaves), o "Escolhido", frente a frente com o Agente Jones (Robert Taylor), representante do sistema opressor, que dispara balas em sua direção a fim de acertá-lo, no entanto Neo se desvia delas com uma habilidade extraordinária, mas que em certo momento é atingido na coxa por uma bala o levando ao chão.

O estudo das ações foi baseado nos conceitos de Limite aplicáveis a estrutura da cena e como suporte para a obtenção dos dados utilizados baseou-se em estudos antropométricos dos atores, dimensões de espaço e utilização de funções na descrição de determinadas ações.

2 LIMITE

2.1 Conceito

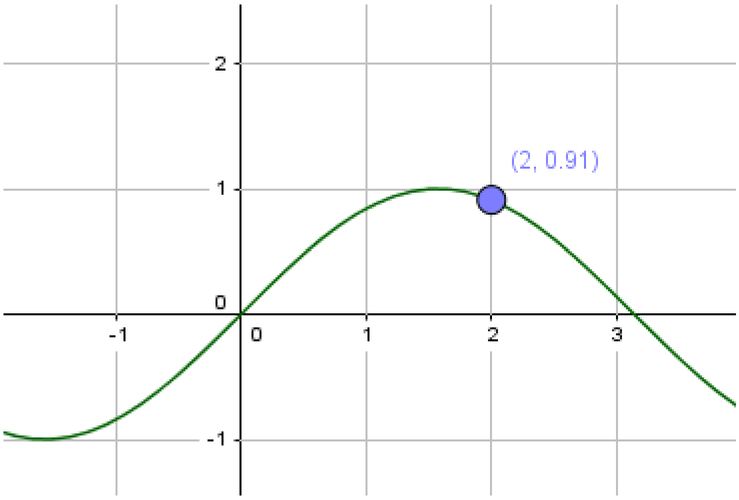
O limite é caracterizado pela manipulação de uma função através de uma variável que tende a um determinado valor que resulta em outro valor no qual a função se aproxima. Segundo Guidorizzi (2001) uma função *f* que tem um ponto *p* ou uma extremidade de intervalos próximas a *p* inseridas em seu domínio, pode-se dizer que *f* tem limite *L*, em p, se, para todo ε > 0 dado, existir um δ > 0 tal que, para todo *x* ϵ *Df*.

Para uma melhor compreensão da definição de limite, toma-se como referência a Equação (1) que é contínua, porque se trata de uma função trigonométrica, permitindo assim a substituição direta do valor da variável na função.

$$f(x)= lim_{x\to 2}\, sen\ x \qquad (1)$$

Calculando temos que $lim_{x\to 2}\, sen\ x = 091$. Com isso, podemos concluir que o limite corresponde ao valor da função determinado pelo elemento do domínio refletido na sua imagem como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Gráfico da função *f(x)* e suas respectivas coordenadas



Fonte: Geogebra

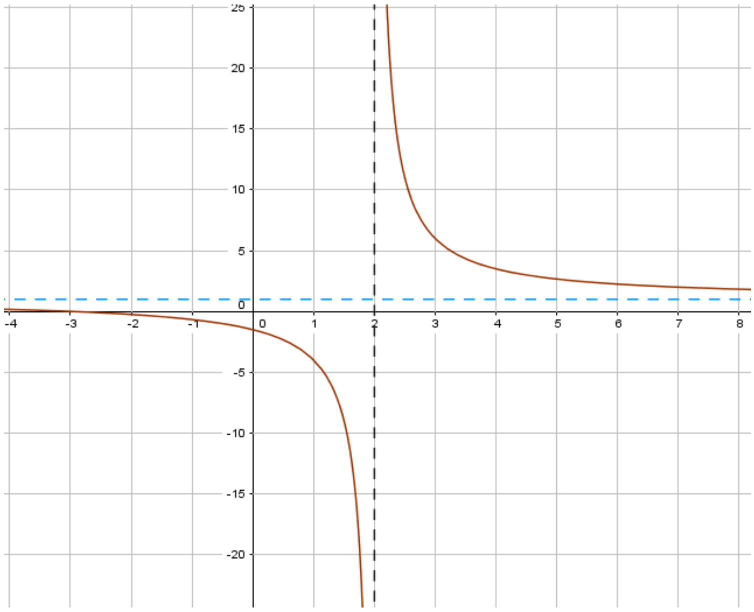
2.2 Limites no infinito

Existem algumas funções que ao se aproximarem de determinado valor crescem ou decrescem indefinidamente a ponto de caracterizarem um limite tendendo para o infinito, podendo ser positivo ou negativo. A Equação (2) é um exemplo clássico de limite tendendo para o infinito.

$$g(x) = \frac{x+3}{x-2} \qquad (2)$$

Analisando o gráfico da função *g(x)* é possível determinar os limites no infinito da função, pois o comportamento dela indica que quando a função se aproxima de um determinado valor ela segue crescendo indefinidamente tanto para o infinito positivo quanto para o infinito negativo. Observe a Figura 2.

Figura 2 - Gráfico da função g(x).



Fonte: Geogebra

Como observado na Figura 2, existem duas retas pontilhadas indicando que a medida que a função se aproxima delas, percebe-se um crescimento indefinido de modo que a função nunca se aproxima delas. A reta horizontal está determinada no ponto y=1 e a reta vertical está sobre o ponto x=2, sendo assim, conclui-se que:

$$\lim_{x\to 2^+} \frac{x+3}{x-2} = +\infty \tag{3}$$

$$\lim_{x\to 2^-} \frac{x+3}{x-2} = -\infty \tag{4}$$

$$\lim_{x\to \pm\infty} \frac{x+3}{x-2} = 1 \tag{5}$$

2.3 Assíntotas verticais e horizontais

As assíntotas são fatores determinantes no comportamento da função no infinito, pois elas são caracterizadas por retas que indicam um valor limitante para que naquele determinado ponto a função cresça indefinidamente para o infinito positivo ou negativo.

Na Figura 2 temos uma linha pontilhada preta sobre o ponto x=2 caracterizando uma assíntota vertical obtida através da Equação (3), analisando a tendência pela direita, e na Equação (4), analisando a tendência pela esquerda, resultando em $+\infty$ e $-\infty$, respectivamente. A linha azul pontilhada sobre o ponto y=1 caracteriza uma assíntota horizontal obtida através da Equação (5).

É importante ressaltar que a assíntota vertical nunca vai cruzar a função, porém a assíntota horizontal pode cruzar a função. Tal condição está diretamente ligado ao conceito de funções em que um elemento no domínio precisa ter apenas um correspondente no contradomínio.

3 ANÁLISE DA CENA SOB A ÓTICA DE LIMITE

3.1 Obtenção de dados

Cena do filme

O filme Matrix (1999) foi um dos grandes sucessos de bilheteria da história do cinema e a icônica cena em que Neo (Keanu Reaves) se desvia das balas atiradas pelo Agente Jones (Robert Taylor) (Figura 3), mesmo depois de anos da estreia do filme, ainda permanece viva na mente dos amantes do cinema. A utilização da referida cena como ferramenta de análise matemática sob a ótica de Limite se deve aos elementos envolvidos que permitem a contextualização e aplicação do assunto abordado

Figura 3 - Neo se desvia das balas atiradas pelo Agente Jones.

Fonte: Matrix

Antropometria dos atores e dimensão do espaço da cena

A antropometria é o estudo das dimensões do corpo, estas que se tornam imprescindíveis na construção das funções que serão utilizadas na aplicação dos limites. Com base nisto, temos que Keanu Reaves, ator que interpretou Neo, tem 1,86m de altura e Robert Taylor, ator que interpretou o Agente Jones, tem 1,88m de altura.

O momento da cena em que Neo é atingido na coxa por uma das balas exige que seja obtida, na análise proposta, a altura média da perna e pés de Keanu Reaves para que se tenha, na construção da função, o ponto de incidência sobre o eixo x e y (Figura 4). Ferreira (2010) diz que as dimensões da estatura em porcentagem da perna de um homem é 24,7% e dos pés é de 4,25%. Com base nos dados obtidos temos que o tamanho médio das pernas e pés de Neo na quais ele sustentou seu corpo no desvio das balas é de 46,43 cm.

A distância média do Agente Jones em relação a Neo foi analisada através dos blocos de concreto que formam o chão do terraço do prédio em que combatem. No momento em que Neo é atingido ele cai sobre dois dos blocos mencionados, mas em um primeiro momento é possível determinar uma distância dos pés de Neo até a extremidade frontal de um dos blocos, sendo esta tomada como 10 cm. Em um segundo momento é possível determinar uma distância média de Neo até a extremidade traseira do bloco, sendo adotado um valor de 12 cm. Tomando como referência a altura de Neo e as medidas complementares obtidas anteriormente, conclui-se que o tamanho médio de dois blocos é de 2,10m e a medida de um bloco, se levado em referência a uniformidade de tamanho entre eles, é de 1,05m. Por fim, a distância média entre Neo e o Agente Jones no momento dos tiros é de 8,5m.

No momento do primeiro tiro, o Agente Jones posiciona a arma na direção dos olhos e atira. Nos tiros posteriores a arma é posicionada com ângulos de inclinação maiores para baixo acompanhando a reação de Neo no desvio das mesmas. Tomando como base a altura de Robert Taylor, estima-se que a altura do primeiro tiro foi de 1,83m em linha reta, levando como referência a altura média dos olhos até o topo do corpo sendo de 5 cm.

Figura 4 - Proporções métricas médias obtidas através das cenas.

Fonte: Matrix

3.2 Construção das funções

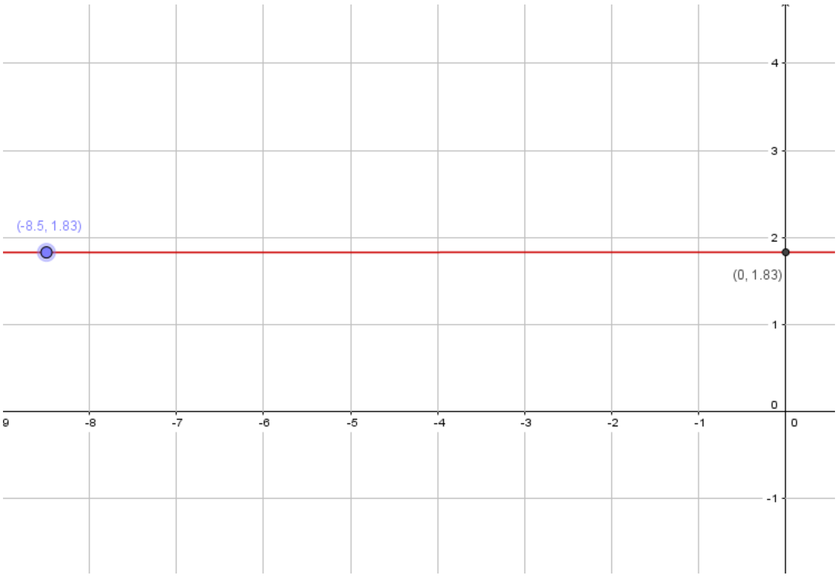
As funções que serão utilizadas na aplicação serão duas: A reta que descreve a trajetória do primeiro tiro e a reta que define o trajeto da bala no momento em que Neo é atingido na coxa. A construção das funções foi feita com o auxílio do software GeoGebra a partir dos dados adquiridos nas análises anteriormente demonstradas.

Na Equação (6) temos a equação que define o trajeto da bala no primeiro tiro. A reta passa no eixo y no ponto y=1,83, determinado pela altura em que a posição da arma estava do chão, obtendo assim uma trajetória em linha reta.

$$t(x)= 0,0002x + 1,83 \tag{6}$$

O gráfico da função é demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Gráfico da função t(x)



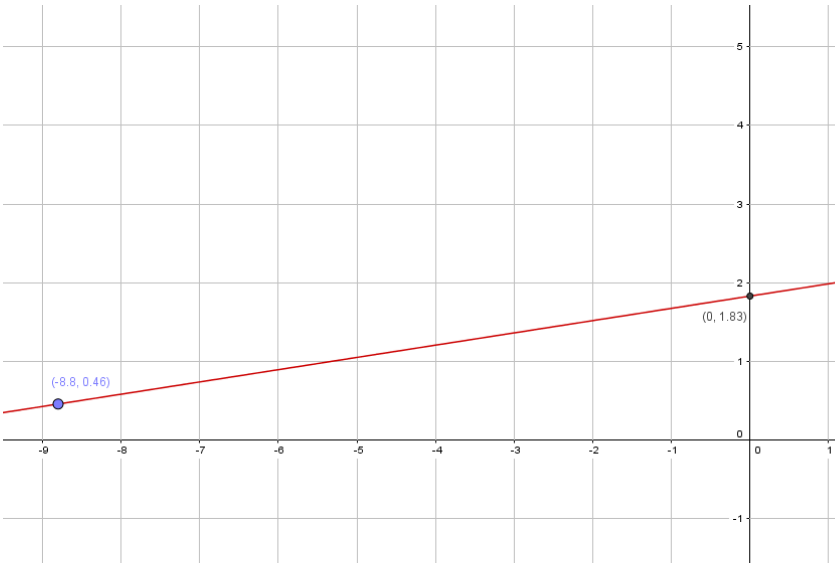
Fonte: Geogebra

Na Equação (7) temos a equação que define o trajeto da bala no tiro em que Neo é atingido na coxa. A reta passa no eixo y no ponto y=1,83 e se inclina ao ponto de atingir Neo no ponto 0,46cm a 8,8m de distância do Agente Jones. Foi tomado 0,20 cm a mais na distância inicial, pois nesta cena Neo é atingido no meio da coxa.

$$i(x)= 0{,}156x + 1{,}83 \qquad (7)$$

O gráfico da função é demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Gráfico da função i(x)



Fonte: Geogebra

3.3 Aplicação de limite às funções

As funções t(x) e i(x) são contínuas caracterizadas pelo tipo polinomial. Tomando como tendência x= -8,5 e x= -8,8, respectivamente.

Para t(x), tal que, [x < -8,5, x > -8,5]
Assumindo os valores descritos nas Tabelas 1 e 2, calcula-se o valor limite de t(x):

Tabela 1 - Limites laterais para x < (-8,5)

x < (-8,5)	**t (x)**
-8,7	1,82826
-8,6	1,82828
-8,501	1,82829
-8,5001	1,82829
-8,50001	1,828299

Tabela 2 - Limites laterais para x < (-8,5)

x > (-8,5)	**t (x)**
-8,3	1,82834
-8,4	1,82832
-8,45	1,82831
-8,49	1,82830
-8,499	1,828300

Com base nos valores obtidos, compreende-se que, para t(x), temos:

$$lim_{x \to -8,5}\, 0,0002x + 1,83 = 1,828 \qquad (8)$$

Para i(x), tal que, [x < -8,8, x > -8,8]
Assumindo os valores descritos nas Tabelas 3 e 4, calcula-se o valor limite de i(x):

Tabela 3 - Limites laterais para x < (-8,8)

x < (-8,8)	**i (x)**
-8,9	0,44160
-8,81	0,45564
-8,801	0,45704
-8,8001	0,45718
-8,80001	0,45719

Tabela 4 - Limites laterais para x < (-8,8)

x > (-8,8)	**i (x)**
-8,6	0,48840
-8,7	0,47280
-8,75	0,46500
-8,79	0,45876
-8,799	0,45735

Com base nos valores obtidos, compreende-se que, para i(x), temos:

$$lim_{x \to -8,8}\, 0,156x + 1,83 = 0,457 \qquad (9)$$

Aplicando limite nas funções t(x) e i(x) de acordo com as suas respectivas tendências, obtemos valores que confirmam o pressuposto anteriormente ilustrado na Figura 5 e na Figura 6, e, calculado pela Equação 8 e Equação 9, dos valores definidos para cada função, na qual, o limite está diretamente relacionado. Considerando que, através de convenções de aproximação de valores, obtivemos resultados que condizem com os propostos em t(x)= 1,83 e i(x)= 0,46.

Tomando como referência o contexto aplicado a cena do filme Matrix, de acordo com as medidas antropométricas e espaciais obtidas na construção das retas que representam o trajeto percorrido da bala desde seu primeiro disparo pelo agente Jones até o último, este que atinge a coxa de Neo; podemos concluir que a contexto apresentado condiz com os fundamentos teóricos de limite.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de contextualizar os conceitos e propriedades de limite através de um filme apresentadas neste artigo mostrou a capacidade multiforme de abordagem do Cálculo. É possível provar por meio dos resultados, bem como, associar as etapas que constroem o resultado do limite da função com os artifícios utilizados para representar matematicamente a cena do filme, como a construção das funções manipuladas por meio de análises antropométricas e espaciais representadas pela série de ações protagonizadas por Neo e Jones.

No Quadro 1 temos a relação dos assuntos abordados em Limite e devidamente contextualizados com a cena do filme em questão:

Quadro 1 – Relação das propriedades de Limites empregadas aplicadas à cena do filme Matrix

LIMITES	CENA DO FILME
Limite aplicado a uma função polinomial	A função foi obtida através das análises antropométricas dos personagens, distância entre eles, bem como, a altura em que se posicionou o tiro inicial e o tiro final que atingiu Neo.
Limite Existente	Com o objetivo de atingir Neo, o Agente Jones inicia uma série de disparos que, mesmo desviados por Neo, convergem em direção a ele.
Tendência do limite da Primeira Função: $\lim_{x \to -8,5} 0,0002x + 1,83$	Das condições anteriormente citadas na construção das funções, destaca-se para o valor de x o qual tende o limite, a distância do Agente Jones em relação a Neo que, na direção do eixo negativo, temos: -8,5
Tendência do limite da Segunda Função: $\lim_{x \to -8,8} 0,156x + 1,83$	Das condições anteriormente citadas na construção das funções, destaca-se para o valor de x o qual tende o limite, a distância do Agente Jones em relação a Neo acrescentado os 0,3 centímetros em que a bala atinge a coxa de Neo, na direção do eixo negativo, temos: -8,8
Resultado do limite da Primeira Função: $\lim_{x \to -8,5} 0,0002x + 1,83$	Diante das características de uma função polinomial, substitui-se o valor da tendência em x, no qual o resultado do limite é: 1,828. Aproximando o resultado para 1,83, temos a altura do primeiro tiro disparado por Jones.
Resultado do limite da Segunda Função: $\lim_{x \to -8,8} 0,156x + 1,83$	Diante das características de uma função polinomial, substitui-se o valor da tendência em x, no qual o resultado do limite é: 0,457. Aproximando o resultado para 0,46, temos a altura do tiro no ponto em que atinge a coxa de Neo.

A relação emissor-receptor apenas se estabelece quando há a compreensão da mensagem que os relaciona. Da mesma forma acontece no ensino na Engenharia, na qual, o grande desafio está em promover o conhecimento das bases matemáticas que formam um engenheiro através do professor e garantir a assimilação pelo aluno do conteúdo ministrado. Com isto, o processo de contextualização conhecido nas séries iniciais da educação básica também necessita ser usado na educação superior, bem como, no ensino do Cálculo.

Portanto, concluímos que é possível desenvolver técnicas inovadoras capazes de aliar a teoria com a prática no ensino do Cálculo como forma de promover o aprendizado sob uma nova ótica utilizando artifícios que levem o aluno a compreender o conteúdo de forma inovadora, didática e eficaz.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, Mario S. **Antropometria.** Rio Grande do Sul: PUCRS, 2010.

GUIDORIZZI, Hamilton Luis. **Um curso de Cálculo.** 5ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 2001.

PARCHEM, Maria de Fátima; SCHEER, Sergio; PARCHEN, Carlos Frederico Alice. **Contextualização do Ensino-Aprendizagem na disciplina de construção civil articulada em ambiente virtual de aprendizagem colaborativo**, Curitiba, p. 169-189, 2007.

The Matrix (Matrix), Direção e roteiro: Andy Wachowski e Larry Wachowski, produção Joel Silver, Distribuição: Warner Bros. EUA, 1999.

THE IMPORTANCE OF CONTEXTUALIZATION IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS – AN ANALYSIS OF THE MATRIX FILM SCENE APPLIED THE PROPERTIES OF LIMITS

Abstract: *There are several education techniques used in the teaching and learning process and one of them is contextualization. Building knowledge under a new approach that is more accessible to the student so that the properties used show the theoretical content, combining it with practice is a challenge for educators. Based on this, this technique was applied to one of the subjects covered in the Differential and Integral Calculus called Limit through a classic scene from the movie "The Matrix" (1999). The construction of the functions, concepts and properties of existing and non-existent boundaries and plotting from the perspective of the scene in which Neo (Keanu Reaves) deviated from the bullets thrown by Agent Jones (Robert Taylor) was discussed. Anthropometric properties were also used to obtain the average body data of the characters with the objective of applying them in the construction of the functions used in the calculation of the limits. The aim of this work is to show a new way of approaching Limit content using contextualisation techniques proposed through the chosen scene demonstrating a possible alternative in teaching in order to concretize learning in an innovative and efficient way.*

Key-words: *Teaching, Learning, Contextualization, Limit, Matrix.*