

## A CONSTRUÇÃO DE UM SIMULADOR VEÍCULAR: UM PROJETO INTERDISCIPLINAR

**Resumo:** Neste trabalho apresentamos as etapas da construção de um Simulador Veicular caracterizado com uma atividade interdisciplinar envolvendo alunos dos cursos de Engenharia Elétrica, Civil, Design e Computação. A temática que permeou as diversas etapas trabalho foi o uso de conceitos da Física na Educação para o Trânsito. O trabalho propiciou uma reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem em cursos de engenharia.

**Palavras-chave:** Interdisciplinaridade. Educação para o Trânsito. Simulador.

### 1 INTRODUÇÃO

Num mundo com dinâmicas e relações diversas, o conhecimento, as habilidades e a criatividade são premissas básicas que as novas gerações devem ter para enfrentar problemas científicos e tecnológicos. Nesse contexto, um processo de ensino-aprendizagem baseado na transmissão linear, fragmentada e livresca de conteúdos certamente está fadado ao fracasso. Assim, pensar uma metodologia de ensino para essa realidade significa pensar a possibilidade de romper com essa visão fragmentada dos processos de produção e socialização do conhecimento. Para Thiesen a interdisciplinaridade, como fenômeno gnosiológico e metodológico, ajuda a compreender que os indivíduos não aprendem apenas usando a razão, o intelecto, mas também a intuição, as sensações, as emoções e os sentimentos. A perspectiva interdisciplinar rompe com o pensamento parcelado, hierárquico, fragmentado e tem a potencialidade de auxiliar os educadores em seu trabalho pedagógico.

Este trabalho tem por objetivo apresentar as etapas construtivas de um Simulador Veicular [SV] envolvendo alunos dos cursos de Design, Engenharia Elétrica, Engenharia Civil e Computação. Como o simulador será utilizado como um instrumento pedagógico na educação para o trânsito, essa temática permeou todas as etapas construtivas e foi o elo de aproximação das diferentes áreas do conhecimento.

Em relação aos acidentes de trânsito, a assembleia-geral das Nações Unidas definiu que o período de 2011 a 2020 como a "Década de ações para a segurança no trânsito". Segundo a organização Mundial da Saúde OMS, são três mil vidas perdidas por dia nas estradas e ruas e essa é a nona maior causa de mortes no mundo. Os acidentes de trânsito são o primeiro responsável por mortes na faixa de 15 a 29 anos de idade. O Brasil aparece em quinto lugar entre os países recordistas em mortes no trânsito. Segundo registro no seguro DPVAT [5] (Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre), o Brasil tem 31,3 vítimas fatais por 100 mil habitantes, o que significa que aproximadamente 60,7 mil brasileiros perderam a vida em acidentes de trânsito, além de 352 mil casos de invalidez permanente. Ainda de acordo com o estudo, mais de 95% dos desastres viários são resultado de irresponsabilidade e imperícia dos motoristas. Estudos mostram que a maioria dos Acidentes de Trânsito [AT] ocorrem por falhas humanas associadas ao excesso de velocidade, ao não respeito a distância segura entre os veículos, a não obediência à sinalização, a ultrapassagens mal realizadas, ao

sono, ao uso de drogas e bebidas alcoólicas. Segundo especialistas no assunto, uma das maneiras de diminuir o índice de acidentes de trânsito é o investimento na educação, em medidas de reeducação de novos valores comportamentais especialmente quando as pessoas estão envolvidas no ambiente do trânsito.

## 2 AS ETAPAS CONSTRUTIVAS DO SIMULADOR VEICULAR [SV]

Tendo em vista a necessidade da constante educação e conscientização, especialmente junto ao público jovem quanto à prevenção dos acidentes de trânsito, a equipe do projeto institucional de extensão Física para Todos se propôs desenvolver um Simulador Veicular [SV], uma vez que este apresenta um grande potencial pedagógico para contribuir na educação para o trânsito.

Simuladores de direção são veículos terrestres simulados tal qual um automóvel, ônibus, moto ou mesmo um trem ferroviário, ou seja, é um equipamento onde um condutor é capaz de conduzir um veículo em um ambiente virtual. Normalmente são utilizados para treinamento e aprendizado de condutores e pilotos, formação em condições críticas de condução, aperfeiçoamento e formação de motoristas profissionais, análise e treinamento para os usuários com deficiência motora e traumática, análise dos comportamentos, análise das respostas do condutor e análise dos desempenhos do condutor (BALADEZ, 2009).

Uma das características quando da execução desse projeto é que as etapas não seguiram uma ordem cronológica rígida, se caracterizou por uma constante troca de informações entre os participantes, uma reflexão constante entre o todo e as partes, rompendo, em muitas situações com pensamento fragmentado e isolado. Por uma questão pedagógica destacamos algumas dessas etapas desse processo como o design, a programação gráfica, o sensoriamento e controle e a programação.

Figura 1. Proposta de Simulador Veicular apresentada pela área do Design.





Em relação ao Design, as atividades envolveram a contextualização sobre os acidentes de trânsito, a elaboração de um protótipo do simulador veicular capaz de acoplar o sistema de medição de algumas grandezas físicas, a proposta de um design da identidade visual e adequação do material gráfico, visando à apresentação ao público em geral, conforme Figura 1. Os principais requisitos para o desenvolvimento do simulador foram à resistência, a ergonomia e a durabilidade.

De um modo geral, caracterizou-se pelo exercício de criação e execução, na área de desenvolvimento de produto e as atividades foram estruturadas a partir da metodologia projetual de Bonsiepe que fornece uma orientação mais objetiva, apresentando técnicas e métodos que simplificam o processo projetual.

Como principal ferramenta de programação, inclusive para a programação gráfica foi utilizado o motor Unreal Engine 4, disponibilizado gratuitamente para download e possui conteúdos e tutoriais de todas as suas ferramentas disponíveis em seu próprio website. Basicamente consiste em um programa capaz de reunir todos os elementos de um jogo para serem aplicados em tempo real, como: animação, áudio, programação e o próprio design. No entanto, os motores de jogo são limitados para a confecção de objetos em 3D. Para isso, também foi utilizado o programa 3ds Max, programa computacional utilizado para modelagem tridimensional que permite a elaboração e renderização dos mais complexos modelos.

Em termos de programação gráfica foi projetado dois ambientes, um urbano configurado em uma pequena cidade com casas, edifícios, árvores, postes e carros onde os bairros foram divididos por ruas. Outro ambiente configurado foi de uma rodovia com carros, árvores, placas, rios e ainda apresenta ambientes como um túnel, dia chuvoso e um ambiente noturno.

Algumas placas de sinalizações de trânsito foram modificadas para fins educativos do condutor. Por exemplo, as placas de sinalização que apontam a velocidade máxima permitida no local em km/h foram complementadas com uma segunda placa contendo as unidades em m/s (Figura 2).

Figura 2 – Placa mostrando a velocidade máxima permitida em km/h e m/s.



Para as edificações e árvores foram utilizados modelos 3D disponibilizados gratuitamente nos sites TurboSquid [9] e Free3D [6]. Uma landscape com textura de grama ocupa a maior área do mapa, portanto foi denominada principal. Em termos de iluminação, para o design gráfico, foi utilizada a luz direcionada. Esta simula uma luz infinitamente distante, como a luz solar, o que significa que todas as sombras serão paralelas. Muitas das texturas utilizadas tiveram que ser criadas para satisfazer o projeto, como no caso das placas. Para a criação das texturas foi necessária a edição de imagens e conversão para o formato necessário, utilizado o software GIMP 2 [6]. O próprio motor de jogo apresenta a possibilidade de renderizar, ao fazê-la, o programa calcula a perspectiva do plano, as sombras e a luz dos objetos, fazendo todo o detalhamento final dos gráficos.

Uma das características do Simulador Veicular é a relação ativa do sujeito com o simulador. Assim, houve a necessidade de interfaceamento do ambiente externo do simulador veicular como pedais, volante, cinto de segurança com o âmbito computacional, e para tanto foi proposto um sistema de controle e aquisição de dados a partir de sensores colocados no ambiente externo com conexão ao computador

Para o desenvolvimento do controle do simulador veicular, inicialmente foi necessário a escolha do melhor meio de comunicação entre o circuito externo de aquisição de dados e o hardware do computador, este padrão de comunicação precisa ser extremamente rápido, visto que serão medidos tempos de reação dos motoristas perante situações do trânsito, tempos estes que ficam na faixa de alguns décimos de segundo. Qualquer atraso de comunicação pode resultar em perda de dados ou erros de cálculo, que são totalmente indesejáveis.

Com base nos parâmetros de comunicação necessários foi escolhida a conexão USB, que consiste em uma tecnologia difundida, presente na maioria das máquinas computacionais da atualidade, com velocidades que chegam a 2000000 de bits por segundo no micro controlador que contam com este periférico de comunicação. Tendo como base a conexão USB para comunicação, foi escolhido o micro controlador a ser empregado no circuito, necessitando o mesmo de alguns periféricos em específico, como um conversor A/D (analogico/digital) para leitura de sensores de posição analógicos e o próprio periférico de comunicação USB que permite ao mesmo ser reconhecido pelo computador como um dispositivo de troca de dados. Os sensores para captação de dados de controle do veículo consistem basicamente em botões e potenciômetros.

As informações dos sensores são recebidas e processadas pelo micro controlador PIC 18F4550 da Microchip, este possui 40 pinos, 32 KB de memória flash, 2 KB de memória RAM, conversor A/D (analogico/digital) de 10-bits, frequência de processamento de 48 MHz, permitindo a execução de 12 milhões de instruções por segundo, e comunicação USB FS (Full Speed) nativa. Para o correto funcionamento do circuito micro controlado são necessários mais alguns componentes externos, como um cristal oscilador, capacitores de filtro, botão para reset do micro controlador e alguns resistores auxiliares para as entradas de sinais digitais. A alimentação do circuito se dá pela própria conexão USB de comunicação, que além de transferir dados também contém uma tensão de 5 V em seu barramento.



Figura 3 - Placa de aquisição de dados conectada ao computador.



A ideia inicial de desenvolvimento era de que o computador identificasse o dispositivo de sensoriamento como um joystick (controlador de jogo) USB, porém durante a etapa de programação foram encontrados diversos problemas e falhas de comunicação. Os problemas acabaram por modificar a comunicação inicial para serial RS232, porém mantendo a interface USB para conexão, ou seja, criando uma comunicação CDC (communications device class – serial via software). Na comunicação serial a velocidade de transferência de dados caiu de 2000000 de bits por segundo para 115200 bits por segundo, mas se manteve-se rápida e suficiente para a aplicação.

Para um funcionamento correto do controle o computador deve interpretar de forma eficiente os dados, tendo isto em vista e a necessidade do envio de várias informações ao mesmo tempo (volante, pedais e demais comandos) foi desenvolvido um padrão de comunicação para a aplicação em específico. Primeiramente é enviado um conjunto de caracteres para indicar o início do envio de dados, posteriormente é enviada a informação em si, para concluir é enviado outro conjunto de caracteres que indica o final da comunicação. Apenas ao final do envio de todos os dados é que o computador vai interpretá-los, aplicar os valores ao volante e pedais, por exemplo. O tamanho dos dados enviados refere-se ao espaço de memória da informação, afetando diretamente o tempo de envio que é fundamental para a aplicação. Como a velocidade de comunicação é conhecida (115200 bits/s) e o tamanho dos dados enviados também, é possível realizar uma análise dos atrasos de medição do circuito de aquisição de dados. Como 1 byte possui 8 bits, o tamanho total do envio de toda a informação é de 57 bits. Tendo que a velocidade de troca de dados é de 115200 bits por segundo, o tempo para envio de 57 bits é de 0,495 ms, ou seja, o atraso de troca de informação entre o circuito do sensoriamento e o computador é de aproximadamente 495  $\mu$ s o que julgamos ser satisfatório para a atividade proposta.

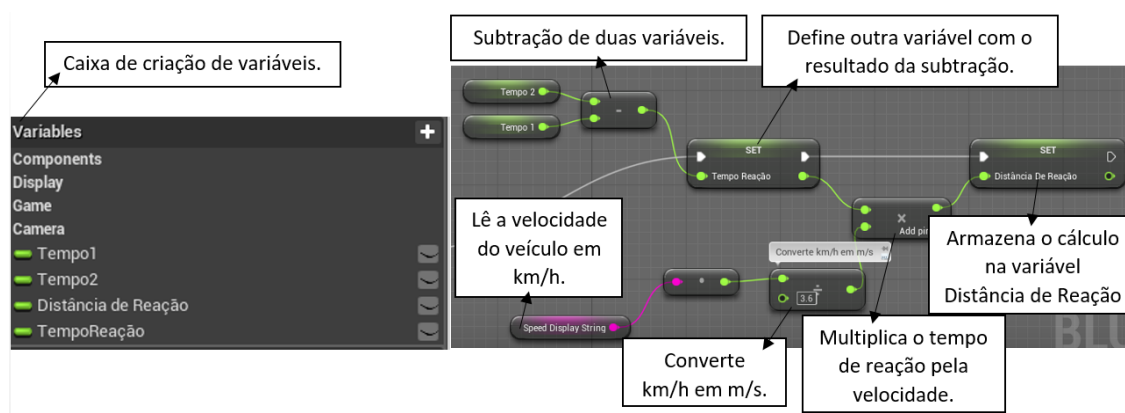
Para a programação, também foi usado o motor gráfico Unreal Engine 4. Este software trabalha com dois principais tipos de linguagem, a C/C++, e uma linguagem própria do software, chamada de blueprint. Essa última é composta de blocos de comandos e funções, que ligados um ao outro compõem a lógica de programação. Como o simulador é baseado inteiramente em situações cotidianas do trânsito, o início da lógica de programação se dá pela movimentação de um veículo, a partir da qual definimos como parâmetros: a velocidade, a

estabilidade, a frenagem e a colisão. As propriedades de entrada são o acelerador, o freio e o volante.

Após ser construído e programado o carro, é realizado um percurso aleatório pelo ambiente virtual, desenvolvido pela parte gráfica. No decorrer desse percurso alguns eventos acontecem e nesse momento desencadeamos um conjunto de ações, que chamamos de “*situações de aprendizagem*”, baseadas em mensagens audiovisuais.

Por exemplo, ao iniciar o percurso, caso o motorista não coloque o cinto de segurança, a continuidade da viagem é bloqueada e um conjunto de mensagens audiovisuais sobre a importância do cinto é mostrado ao motorista, que só após continua no percurso. A segunda *situação de aprendizagem* diz respeito as unidades da velocidade. Nesse momento é feita a leitura da velocidade do carro em km/h e mostrado na tela o valor dessa velocidade em m/s. Novamente uma pausa é feita e elementos audiovisuais sobre essa questão é mostrado, pois entendemos que os acidentes de trânsito acontecem numa dimensão espacial de metros e numa dimensão temporal de segundo e não em quilômetros e horas. Após o condutor andar por algumas ruas aleatoriamente o mesmo é posto em meio a um acidente, também aleatório, que pode acontecer a qualquer momento do percurso, onde exigirá uma frenagem brusca. A partir do tempo em que o condutor vê o objeto em questão e pisa no freio, é calculado/medido seu tempo de reação e a distância de reação, Figura 4.

Figura 4 – Sequência de programação e cálculos de tempo de reação e distância de reação



Novamente uma pausa no percurso e a terceira *situação de aprendizagem* é mostrado na tela. Aqui, o enfoque principal é a distância de reação, de percebermos que o fator de velocidade e tempo de reação humana estão presentes na maioria dos acidentes.

Outra *situação de aprendizagem* diz respeito a distância de frenagem, a qual é definida a partir do momento do acionamento dos freios até o veículo parar. Sua determinação depende da velocidade do veículo no momento de acionar os freios e do coeficiente de atrito entre a pista e os pneus. O coeficiente de atrito é determinado a partir de um conjunto de comandos realizados no próprio software. Novamente o condutor é posto à uma situação em que faz uso do freio. Após essa ação é mostrada na tela qual era a velocidade no momento da ação dos freios e a distância de frenagem, seguindo um conjunto de audiovisuais sobre essa situação.

Ao continuar o percurso pelo ambiente virtual, é visualizado um carro à frente do condutor. Novamente ao fazer o uso do sistema de freio até parar o carro. Agora é mostrado na tela a velocidade que o carro estava no início da ação e o valor da distância segura, que é a soma da

distância de reação mais a distância de frenagem. A quinta *situação de aprendizagem* é executada.

Ainda continuando pelo percurso, são disparados na tela alertas sobre o valor da velocidade e então ocorre repentinamente uma colisão frontal com outro veículo. Nesse momento, é mostrado na tela um valor suposto da massa do carro, sua velocidade em km/h e em m/s e o valor da energia cinética no instante da colisão. A penúltima *situação de aprendizagem* é mostrada, enfatizando que colidir um carro a 80 km/h e a 90 km/h as vezes pode ser uma questão de vida ou morte, considerando o valor da energia cinética dissipada em cada caso.

E finalmente a última *situação de aprendizagem* é desencadeada. Quando em continuidade a viagem pelo ambiente, novamente alertas sobre a velocidade do veículo são disparados. Aleatoriamente há uma colisão contra um outro veículo. É mostrado na tela o valor da velocidade do veículo em km/h e em m/s no instante da colisão e em um conjunto de audiovisuais mostrando qual o valor da força e os efeitos dessas forças no carro e nos passageiros. E para terminar são projetados na tela alguns vídeos educativos sobre a prevenção de acidentes de trânsito.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que esse trabalho, na sua execução mostrou-se interessante no sentido da intensidade de trocas que aconteceu entre os estudantes das diferentes áreas, uma situação de dificuldade de um, era compartilhada por todos e via de regra a solução dessa era produzida coletivamente. Para além da construção em si do simulador, entendemos que esse projeto nos propiciou uma reflexão da possibilidade de romper com os hábitos e acomodações advindos de uma forma tradicional de ensinar.

Acreditamos que o Simulador Veicular [SV] construído possa ser usado como um instrumento pedagógico na educação no trânsito. Como é um sistema interativo com o condutor, podemos mostrar através desse que o ato de dirigir não é algo "mecânico", mas sim uma atividade que exige muita atenção e que a crença de que o motorista possui total controle do veículo, não é verdadeira. Utilizando-se da Física, da Engenharia, do Design e da Computação procuramos mostrar que o tempo e o espaço em que ocorrem acidentes de trânsito são diferentes da noção de espaço e tempo que construímos em nossa cotidianidade. Entendemos que a percepção diferente desses conceitos, por parte do condutor, possa contribuir para uma formação de uma nova consciência sobre o ato de dirigir um veículo em uma via. Desse modo, possivelmente haverá atitudes no sentido de medidas defensivas e uma maior prevenção de acidentes futuros.

E para finalizar, acreditamos que no processo de interatividade do público com o Simulador Veicular [etapa a ser realizada] possa nos dar novos elementos para seu aperfeiçoamento.

### REFERÊNCIAS

[1] ARAGÃO, R. Feitosa. **Acidentes de trânsito: análise da prova pericial**. 5. Ed. Campinas, SP: Millennium Editora, 2011.



- [2] BALADEZ, Fabio. O passado, o presente e o futuro dos simuladores. **Fasci-Tech – Periódico Eletrônico da FATEC**, São Caetano do Sul, Volume 1, Nº 1, p. 29 a 40, Ago./ Dez. 2009.
- [3] BONSIPE, Gui e outros. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1986.
- [4] DOCUMENTATION, **Unreal Engine 4**. Disponível em: <https://docs.unrealengine.com/en-us/>. Acessado em 16 de jun, 2017.
- [5] DPVAT Disponível em: <https://www.seguradoralider.com.br/Sala-de-Imprensa/Boletim-Estatistico>. Acessado em 02 de jul de 2018.
- [6] MODELOS Free. Disponível em: <https://free3d.com>. Acesso Acessado em 12 mar de 2018.
- [7] MODELOS em **3D para profissionais** Disponível em: <https://www.turbosquid.com>. Acessado em 16 de jul, 2017.
- [8] PROGRAMA, **Computacional Unreal Engine 4**. Disponível em: <https://www.unrealengine.com>. Acessado em 16 de jun, 2017.
- [9] SOFTWARE de **Modelagem, animação e renderização 3D**. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/3ds-max/overview>. Acessado em 16 de jul, 2017.
- [10] THIESENSILVA , Juares da Silva, **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**. Revista Brasileira de Educação [en linea] 2008, 13 (Septiembre-Diciembre): Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo>>. Acessado em 06 de abril de 2018.

## A CONSTRUCTION OF A VEHICLE SIMULATOR: AN INTERDISCIPLINARY PROJECT

**Abstract:** *This work presents the stages of the construction of a Simulator Vehicle characterized by an interdisciplinary activity involving students of electrical engineering, civil engineering, design and computation courses. The thematic that permeated the several stages of work was the use of concepts of Physics in Education for the Traffic. The work provided a reflection about the process of teaching learning on engineering courses.*

**Key-words:** Interdisciplinary Traffic. Education. Simulator.