

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Bruno Vinicius de Lima Campos

Esaú Efraim de Araújo Sales

Fabio José Góes da Silva

Mattheus Guimarães Rodrigues

**UTILIZAÇÃO DO JOGO *POLY BRIDGE* PARA ENSINO E APLICAÇÃO DE  
CONCEITOS ESTRUTURAIS AO PROJETO DE PONTES.**

**Recife**

**2022**

Bruno Vinicius de Lima Campos

Esaú Efraim de Araújo Sales

Fabio José Góes da Silva

Mattheus Guimarães Rodrigues

**UTILIZAÇÃO DO JOGO *POLY BRIDGE* PARA ENSINO E APLICAÇÃO DE  
CONCEITOS ESTRUTURAIS AO PROJETO DE PONTES.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Disciplina TCC II do Curso de Engenharia Civil  
do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA,  
como parte dos requisitos para conclusão do  
curso.

Orientador(a): Prof. Dr. Paulo Fernando Silva Sousa

**Recife**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada pela  
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

U89 Utilização do jogo poly bridge para ensino e aplicação de conceitos  
estruturais ao projeto de pontes / Bruno Vinicius de Lima Campos [et al]. -  
Recife: O Autor, 2022.

31 p.

Orientador(a): Dr. Paulo Fernando Silva Sousa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário  
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2022.

Inclui Referências.

1. Poly Bridge. 2. Ensino de estruturas. 3. Projeto de pontes. 4.  
Metodologia ativa. 5. Sala de aula. I. Sales, Esaú Efraim de Araújo. II. Silva,  
Fábio José Góes da. III. Rodrigues, Matheus Guimarães. IV. Centro  
Universitário Brasileiro - UNIBRA. V. Título.

CDU: 624

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente, a Deus por nos dar energia, paciência e benefícios para concluir esse trabalho tão importante.

Agradecemos a nossos amigos e familiares por todo apoio e compreensão durante o período deste trabalho.

E um agradecimento mais do que especial para o Dr. Paulo Fernando Silva Sousa, nosso respeitoso professor e um grande orientador que nos ajudou a compor um trabalho tão satisfatório.

## RESUMO

Existe uma ferramenta chamada metodologia ativa, que pode ajudar os alunos a se formar na faculdade preparados. Pode ser definida como estratégias educacionais centradas na participação ativa dos alunos na construção do processo de aprendizagem de forma flexível, interconectada e híbrida. Nesse contexto a utilização de jogos com finalidades educativas se encaixa perfeitamente nessa proposta. O *Poly Bridge* é um jogo que desafia o usuário a construir uma ponte, utilizando os materiais disponíveis sem ultrapassar o orçamento predefinido pelo jogo. Para concluir a fase é necessário que a ponte resista a carga dos veículos que passam pela estrutura. O jogo na sala de aula possibilita aos alunos uma visualização prática do conteúdo, como por exemplo, o docente não só pode explicar a utilização de arcos nas construções de pontes como pode mostrar. Assim o presente trabalho elaborou um tutorial desse jogo, mostrando como ele pode ser utilizado no contexto do ensino de conceitos de estruturas ao projeto de pontes. Além disso, foram elaborados dois roteiros de aulas, um de nível básico que poderão ser utilizados para períodos iniciais, e um para o nível avançado para períodos finais. O primeiro roteiro de aula mostra um breve histórico de formas geométricas utilizadas nas construções de pontes e também mostra conceitos introdutórios através do jogo, como: influência da geometria na resistência da ponte; tipos dos apoios. O roteiro de aula avançada mostra um aprofundamento dos conteúdos da aula básica e ainda apresenta mais dois conceitos: estabilidade das estruturas e concepções de projeto. Além do tutorial e dos roteiros de aulas, o presente trabalho também foi montado um questionário, que poderá ser aplicado aos alunos após as aulas com o jogo *Poly Bridge* a fim de obter o *feedback* dos alunos em relação ao jogo.

Palavras-chaves: *Poly Bridge*; Ensino de estruturas; Projeto de pontes; Metodologia ativa; Sala de aula.

## ***ABSTRACT***

There is a tool called active methodology, which can help students graduate from college prepared. It can be defined as educational strategies focused on the active participation of students in the construction of the learning process in a flexible, interconnected and hybrid way. In this context, the use of games for educational purposes fits perfectly into this proposal. Poly Bridge is a game that challenges the user to build a bridge, using the available materials without exceeding the budget set by the game. To complete the phase, it is necessary for the bridge to withstand the load of vehicles passing through the structure. The game in the classroom provides students with a practical view of the content, for example, the teacher can not only explain the use of arches in bridge construction, but can also show it. Thus, the present work elaborated a tutorial of this game, showing how it can be used in the context of teaching structural concepts to bridge design. In addition, two class scripts were prepared, one for the basic level that can be used for initial periods, and one for the advanced level for final periods. The first class guide shows a brief history of geometric shapes used in bridge construction and also shows introductory concepts through the game, such as: influence of geometry on bridge resistance; types of supports. The advanced class guide shows a deepening of the contents of the basic class and also presents two more concepts: stability of structures and project concepts. In addition to the tutorial and the class scripts, the present work was also assembled a questionnaire, which can be applied to students after classes with the Poly Bridge game in order to obtain student feedback regarding the game.

Keywords: Poly Bridge; teaching about structures; bridge design; active methodology; Classroom.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1	Metodologia ativa.....	10
2.2	Aplicação de <i>Softwares</i> no ensino de estrutura.....	12
2.3	O jogo <i>Poly Bridge</i> .....	14
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	Roteiro de plano de aulas .....	19
3.1.1	Roteiro de Aula básica .....	19
3.1.2	Roteiro da Aula avançada .....	20
4	RESULTADOS .....	20
4.1	Introdução .....	20
4.2	Os Roteiros de Aulas .....	23
4.3	Questionário .....	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
5.1	Conclusão .....	32
5.2	Sugestões de trabalho futuro.....	32
6	REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

A experiência do uso dos computadores como instrumento de educação vem desde o surgimento das primeiras máquinas. Com isso diversas novas possibilidades de acesso e manuseio de informações sempre garantiu a esse tipo de ferramenta a função complementar no ambiente de ensino. (VALENTE, JOSÉ ARMADO, 1999).

Com o decorrer do tempo os avanços tecnológicos cresceram de forma exponencial, e com esse avanço da tecnologia possibilitaram a criação de diversos tipos de programas educacionais que por sua vez foram desenvolvidos com o intuito de auxiliar o método de ensino já conhecido mundialmente. Entretanto, para o uso dessas ferramentas seja totalmente benéfica para todos, principalmente para os estudantes, é necessário compreender e dominar o mínimo dos mecanismos que envolvem a utilização de tal ferramenta. (VALENTE, JOSÉ ARMADO, 1999).

O presente trabalho exemplifica a utilização do jogo *Poly Bridge* como uma ferramenta de auxílio para estudantes das áreas de engenharia civil e arquitetura no entendimento de pré-dimensionamento e orçamentos de pontes. O interessante em se pesquisar como o *Poly Bridge* pode auxiliar os estudantes com disciplinas ligadas ao estudo estrutural de pontes e suas derivações, questões orçamentarias principalmente em relação ao custo de materiais e resistência de estruturas e materiais.

Por fim, esta pesquisa teve como os principais objetivos:

1. Elaborar um breve tutorial de utilização do jogo *Poly Bridge*, mostrando que esse jogo pode ser usado como ferramenta de ensino de conceitos estruturais, ao projeto de pontes, o que pode ser aplicado aos cursos de graduação de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo;
2. A partir da avaliação mencionada a cima, elaborar roteiros de planos de aulas, visando a divulgação desta estratégia do jogo entre os docentes.

O intuito desse trabalho é responder uma questão bem peculiar que se resume no seguinte questionamento: O jogo *Poly Bridge* pode auxiliar o aprendizado do comportamento estrutural e pré-dimensionamento de pontes?

As hipóteses iniciais que se originalizaram de acordo com a utilização do *Poly Bridge* foram as seguintes:

- I. O *Poly Bridge* é uma ferramenta simples e de fácil uso;
- II. Os recursos oferecidos pelo *Poly Bridge* são bastante simples, o que favorece a troca de informações entre os alunos e os professores;
- III. O *Poly Bridge* oferece resultados de tensões e resistências, porém não condiz tanto com a realidade, é apenas para os alunos terem uma noção de como funciona o comportamento estrutural de uma ponte;
- IV. O *Poly Bridge* se torna um jogo com uma boa noção estrutural para o entendimento de alunos que têm dificuldade de aprender somente com a parte teórica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Metodologia ativa

Moran et al. (2017), define metodologias ativas, como uma estratégia de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida.

A metodologia ativa faz com que o discente deixe de ter um papel passivo e se torne mais ativo na elaboração do conteúdo, fazendo pesquisas, investigação e resolvendo problemas, assim entra nesse cenário a utilização de Jogos sérios fazendo que os alunos tenham mais participação no momento da aula.

Como exemplo de aplicação de metodologias ativas, tem-se o uso de jogos com finalidades educativas. Um exemplo dessa aplicação está descrito por SANTOS (2021), que o uso do jogo Educa & Ação.

Educa & Ação é um jogo no formato *role playing game* (RPG) e tem uma tradução de jogo de interpretação de papéis. Esse formato tem um narrador onde o mesmo cria situações para que outros jogadores tentem superar os problemas criados e superar as adversidades apontadas. Onde o professor é personagem que dita toda situação, nesse caso o docente pode trazer problemas que ocorreu na vida real ou possíveis de acontecer, os estudantes podem fazer tomadas de

decisão sem o peso da responsabilidade das consequências, assim é criada uma prática e não deixa de ser um treino.

O Educa & Ação foi utilizado em turmas de engenharia civil e foi feito uma pesquisa sobre a opinião dos alunos em relação ao jogo. O resultado obtido foi de 96,7% dos trinta alunos que jogaram afirmaram que o jogo é uma ferramenta que pode ajudar para sua formação, 93,3% voltariam a jogar e 100% se divertiram jogando.

Outro exemplo de aplicação de metodologias ativas utilizando jogos como base para ensino, a utilização do jogo *Legos System®*.

Em uma turma de gerenciamento de obra foi aplicado o jogo *Legos System®* para ensinar conceitos *LEAN*, que pode ser traduzido para o português como enxuto. O conceito *LEAN* visa melhorar os processos com a redução de atividades que não agregam valor ao determinado produto. Durante o Jogo os alunos montavam casas com dois tipos de sistema de produção: o puxado e o empurrado.

O sistema de produção puxado consiste como principal característica na produção sem utilização estoque, sendo a solicitação do cliente o início de todo o processo. Já o sistema empurrado o seu principal objetivo é trabalhar com a previsão de demanda de mercado, assim trabalhando com a utilização do estoque.

Foi elaborado um questionário para saber quais aspectos puderam ser observados no jogo de forma aberta os alunos responderam. As respostas foram sintetizadas e constituíram uma nuvem de palavras de acordo com a frequência de repetição, de acordo com a Figura 01.

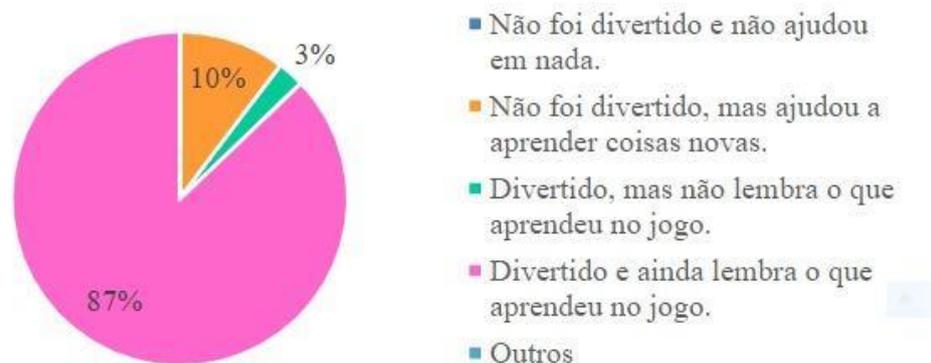
Figura 01- Nuvem de palavras sobre aspectos percebidos no jogo



Fonte: Artigo uso de jogo para ensino de conceitos LEAN

Também foi perguntado aos participantes sobre a experiência da aplicação do jogo. O uso do jogo foi muito bem recebido pelos alunos, que fizeram avaliações muito positivas. Segue o resultado da resposta conforme a figura 02.

Figura 02 -Opinião dos discentes quanto à experiência da aplicação do jogo



Fonte: Artigo uso de jogo para ensino de conceitos LEAN

## 2.2 Aplicação de Softwares no ensino de estrutura

Para que um *software* possa ser considerado de fato uma ferramenta como o intuito de ensino deve ser de preferência livre e permitir sempre o desenvolvimento contínuo através de códigos fontes disponibilizados e bem documentado. (VIEIRA, FÁBIA MAGALI SANTOS, 2011).

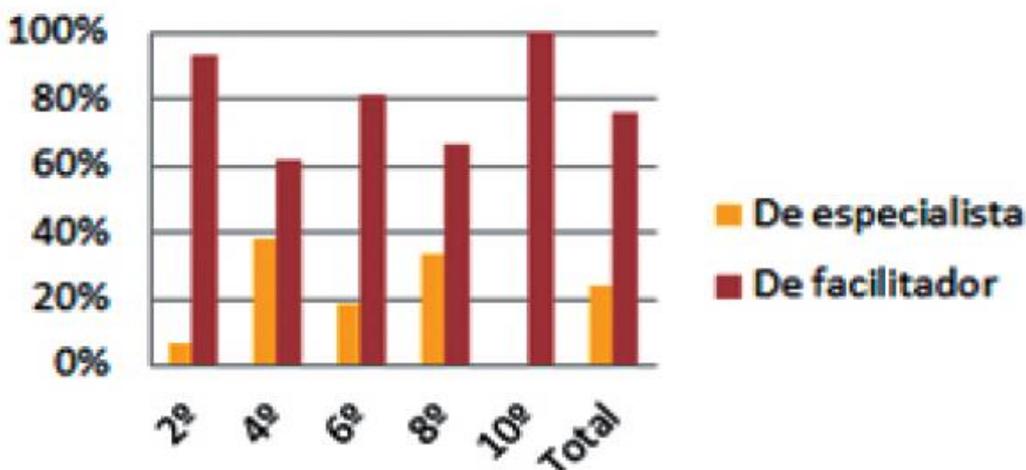
Para ser considerado uma ferramenta de aprendizado, o *software* deve ser gratuito e de código aberto, com código-fonte bem documentado. Com o advento da Internet e seu subsequente crescimento, o processo de disponibilização de um programa, código-fonte e documentação tornou-se simples e viável. (VIEIRA, FÁBIA MAGALI SANTOS, 2011).

O conceito de *software* livre estimula a sociedade a construir e utilizar o conhecimento, democratizando as oportunidades de geração de inovação, muitas vezes restritas a grupos específicos. Incentivar o uso de *software* educacional no modelo de código aberto permite que instituições de ensino, professores e alunos adaptem os programas às suas necessidades pedagógicas e de pesquisa. Como resultado, fomenta-se um ambiente mais colaborativo e integrado entre projetos e disciplinas. (VIEIRA, FÁBIA MAGALI SANTOS, 2011).

Os alunos também mostraram, que a maneira como é passado o ensino contribuem muito mais que o conhecimento de quem está passando o estudo,

ou seja, o professor para os alunos deve se comportar como facilitador, mesmo sem ser um especialista da área, mostrando assim que didática e metodologias de ensino diferentes, podem contribuir muito para o aprendizado do aluno, como está apresentado na Figura 03.

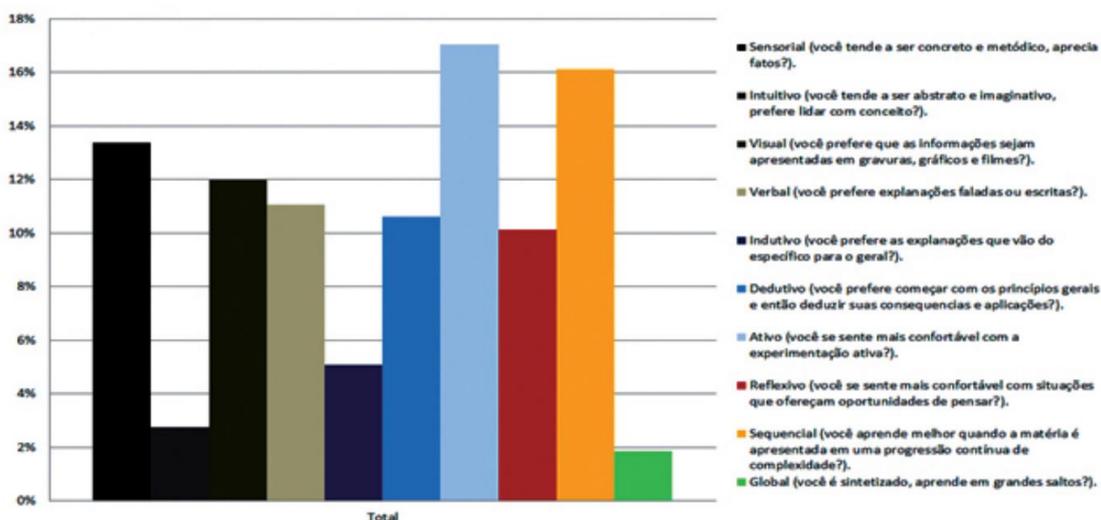
Figura 03 - Preferencias dos alunos em relação a professores.



Fonte: Silva et al. (2016)

Outras informações obtidas pelo questionário imposto na pesquisa, foram com relação ao local no qual o estudante se sente mais favorável a prender, suas preferencias, seu perfil de aprendizado como mostra a figura 04.

Figura 04: Perfil dos alunos.



Fonte: Silva et al. (2016)

Silva et al. (2016) debate que existe uma heterogeneidade na maneira como os alunos aprendem, além de mostrarem que necessitam de facilitadores nesse processo de aprendizado. Isso faz com que, métodos de ensino diferenciados e até mesmo de avaliação de aprendizado diferentes. Para aumentar a eficiência do ensino em turmas com grande diferença nos perfis dos alunos, o professor precisa de mais de mais do que aulas expositivas. Ser também necessário explorar inúmeros métodos diferentes, além de construir juntamente ao aluno, os conhecimentos prévios de cada um deles.

### **2.3 O jogo *Poly Bridge***

O *Poly Bridge* é um jogo multiplataformas pago, sendo algumas delas: computador, o console Nintendo *Switch*, celulares *Android* e *IOs*, entre outros. É um jogo pago, porém com custo acessível a todos, e possui um acesso simples e rápido, após essa breve explicação será apresentado como o *Poly Bridge* pode ser utilizado.

O *Poly Bridge* é um jogo da categoria *puzzle*, que significa literalmente um jogo de “quebra-cabeça”, onde o próprio o usuário é estimulado a pensar em diversas formas de como ultrapassar o nível que lhe é apresentado. *Poly Bridge* é dividido em diversas fases, onde em cada nível é necessário construir uma estrutura capaz de vencer um grande vão determinado pelo jogo, normalmente construindo uma ponte para que o veículo possa atravessar a estrutura sem nenhum tipo de problema. À medida que o usuário vai avançando os desafios e demandas vão mudando consideravelmente e assim aumentando o grau de dificuldade de cada construção.

O *Poly Bridge* é bem intuitivo, ou seja, pode ser facilmente entendido pelo estudo de um tutorial. Já que os comandos são bem explícitos na tela do jogo e com comandos bem simples, tudo com o intuito de auxiliar o jogador com uma melhor experiência, contendo cada comando em uma parte diferente na tela, por exemplo, os materiais para as construções e os tipos de desenhos possíveis de se executar na fase, como as linhas tracejadas entre outras.

Como mostrado na figura 05, são os tipos de materiais disponíveis para a execução da ponte.

Figura 05: Materiais disponível no *Poly Bridge*.



Fonte: Autor.

Esses são os materiais disponíveis no jogo, durante sua fase de execução, localizado na parte inferior esquerda:

- Pavimento Comum: Pode-se considerar como um tipo laje maciça de 10-15 centímetros;
- Pavimento reforçado: Que recebe esse nome, por receber uma vigota lateral que melhora o funcionamento dessa laje, em relação a laje comum aumenta o custo em 100%;
- Madeira: Primeira opção de vencimento do vão e criação de pilares, o *Poly Bridge* limita seu comprimento máximo em 2 metros.
- Aço: Segunda opção de vencimento do vão, ele ganha muita vantagem de resistência em relação a madeira, além de ter comprimento de 4m, porém seu custo aumenta em 150%;
- Sistema Hidráulico: Pistões hidráulicos, que podem ser acionados para comprimir ou retrain, possibilitando assim a criação de pontes móveis;
- Corda: Feito para trabalhar unicamente a tração, opção 55% mais barato que o próximo material;
- Cabo de aço: Perfeito para solicitações de tração, juntamente com a corda cria a possibilidade de criação de pontes estaiadas e suspensas.
- Mola: Não é um material muito comum em estruturas de pontes usualmente, porém pode ser associado a aparelhos de apoio, por permitirem deformações em pontos que forem utilizados, de uma maneira mais extravagante.

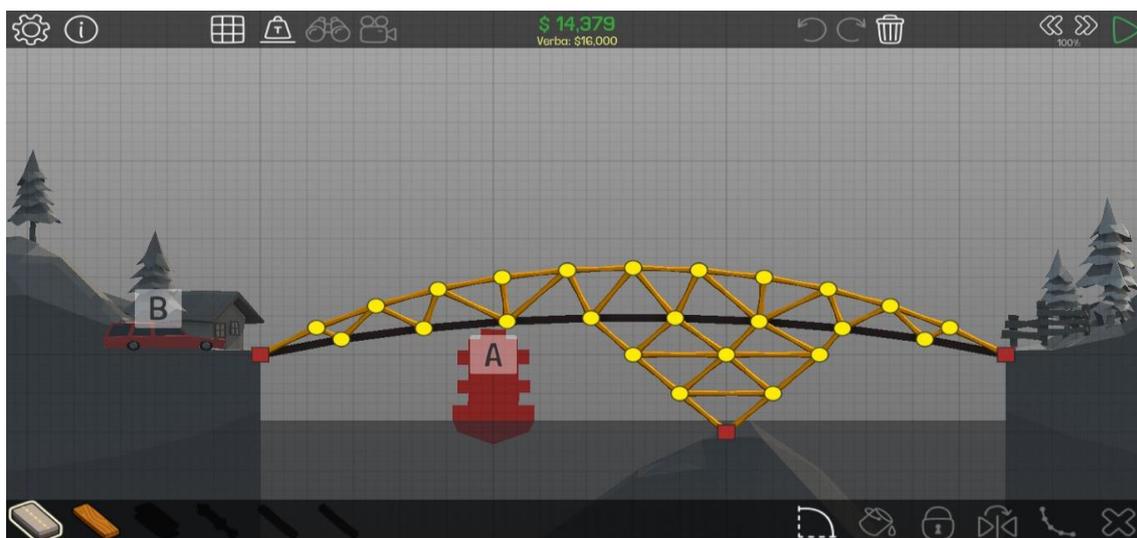
Com o intuito de mostrar como ocorre o processo estrutural de uma ponte, o jogo disponibiliza diversas fases para o usuário moldar a estrutura do

jeito que bem entender, entretanto, com consciência que ao termino da fase é necessário entregar uma estrutura que tenha uma boa resistência e que esteja dentro do orçamento estabelecido pelo jogo.

Referente a questão orçamentaria apesar de ser somente uma exigência do próprio jogo, não impacta diretamente nas questões de ensino.

A questão orçamentaria é bastante simples, a cada nível o jogo vai disponibilizar um valor determinado para se executar o serviço e também uma certa quantidade de material com um determinado preço, alguns materiais tem em abundância, já outros são escassos e com um preço mais elevado, porém de boa qualidade e resistência para a estrutura, por isso tem que ser usado de forma moderada, lembrando que como indicado na figura 06 e na figura 07.

Figura 06: Tela de uma das fases do jogo *Poly Bridge*



Fonte: Autor

Figura 07: Exemplo da verba de um orçamento:

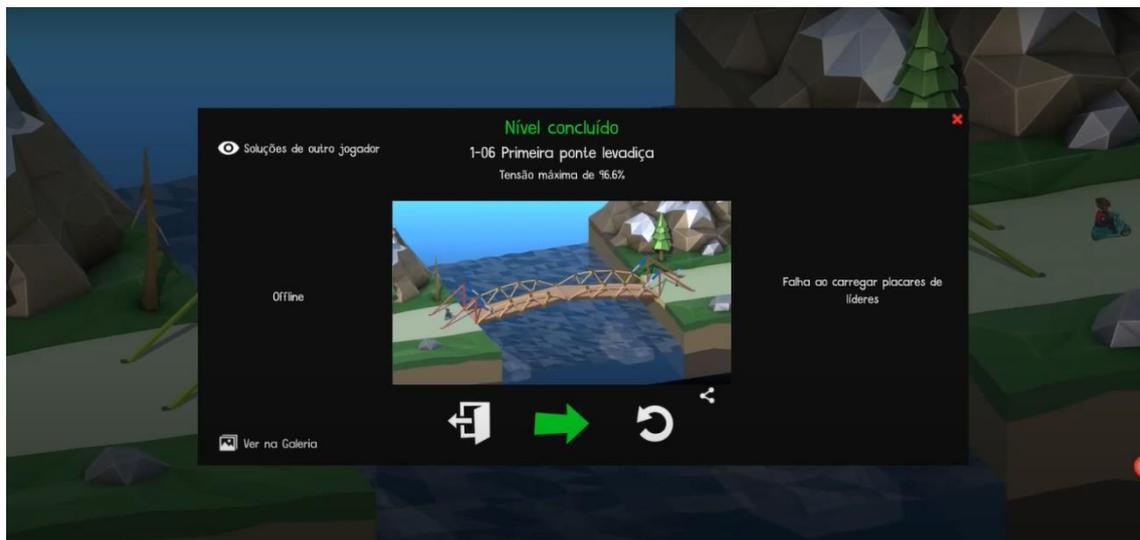


Fonte: Autor.

Como apresentando na figura 06 e figura 07, a fase em questão tem o objetivo de, construir uma ponte que possibilita a passagem dos carros e da

embarcação mostrada, onde funcionará da seguinte maneira: após o termino da construção da ponte o usuário apertar o *start* a ponte irá se elevar para que a embarcação A possa passar pela ponte, se não houver nenhum problema estrutural grave, o jogo continuara, em seguida o carro B passará pela ponte passar pela ponte, e se novamente não houver nenhum problema estrutural grave, a fase estará concluída, após o termino da fase será mostrado o quão resistente a estrutural é, como demonstrado na figura 08:

Figura 08: Tela do jogo *Poly Bridge* após concluir uma fase.



Fonte: Autor.

Após cada fase ser concluída, irá aparece uma imagem semelhante à da Figura 08, mostrando qual foi a tensão máxima que a estrutura conseguiu suportar, quanto mais próximo do 100% melhor. Com isso o jogo consegue mostrar aos usuários os melhores jeitos de se fazer a estrutura para suportar melhor o peso que é sobreposto a ela, com isso o usuário pode ir moldando a estrutura até conseguir o 100% de tensão máxima e “concluir” a fase completamente.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho consistiu na elaboração de:

- Tutorial do jogo *Poly Bridge*;
- Roteiros de aulas básica e avançada;
- Elaboração do questionário.

Após toda a apresentação sobre o jogo *Poly Bridge* e como pode-se utilizar para o auxílio no ensino dos estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismos, o intuito será de elaborar uma aula introdutória, com o intuito de apresentar o jogo e suas mecânicas e tirar qualquer tipo de dúvida sobre os comandos simples e como funciona sua jogabilidade.

O tutorial do *Poly Bridge* é muito simples e intuitivo como já mencionado, o tutorial apresentará: os materiais que podem ser utilizados, os comandos presentes que serão utilizados para dar forma a estrutura optada pelo jogador e será apresentando o limite orçamentário que é somente uma restrição para o jogador. Após a apresentação da aula introdutória e de todos os conceitos que se pode utilizar, será feito um breve questionário se obter o *feedback*, dos docentes em relação a aula, caso o *feedback* seja positivo será possível avançar com o assunto apresentando nos roteiros de aulas.

E com a aprovação dos docentes em relação a aula introdutória do *Poly Bridge*, poderá ser enviado para os mesmos os roteiros dos planos de aulas que foram elaborados neste trabalho. Após a aula introdutória os alunos poderão dar seu *feedback* aos seus docentes, *feedback* que será feito através de um questionário já realizado, sendo que, o docente poderá alterá-lo de acordo com seu entendimento do jogo.

Os roteiros de aulas foram divididos em duas, sendo, uma de nível básico e outra de nível avançado.

O roteiro de aula do nível básico tem como objetivo os alunos dos períodos iniciais, com o intuito de apresentar o jogo completamente, explicar como seu *software* pode auxiliar os estudantes com o ensino de conceitos estruturais, revisar conceitos já abordados em outras disciplinas e em alguns casos até disciplinas do ensino médio e por fim apresentar por que os arcos são muito utilizados na construção de pontes e quais são as melhores formas geométricas para serem utilizadas em uma construção.

O roteiro da aula avançado, tem como objetivo os alunos dos períodos finais do curso, do 6º período em diante, já que apresenta detalhes mais avançados dos cursos, como a parte estrutural e orçamentaria, onde temos o intuito de apresentar de uma maneira mais visual de como é o comportamento estrutural de uma ponte, que durante todo o curso só é apresentando a teoria, e com o jogo é possível ter uma breve noção de como funciona, ressaltando que não é 100% real pois esse jogo não possui a física real, é utilizado somente para uma breve simulação.

Após toda apresentação do jogo e sua funcionabilidade será apresentado os planos de aulas e um breve questionário sobre a utilização do *Poly Bridge*, com o intuito de receber e avaliar o *feedback* dos alunos em relação do uso do jogo para auxílio dos conceitos apresentados durante a graduação.

### **3.1 Roteiro de plano de aulas**

O intuito desses roteiros de aulas é ser bastante simples e direto, para mostrar para os docentes uma ferramenta que possa tornar o ensino dos conceitos da disciplina de maneira mais prática e dinâmico e com exemplos visuais.

Os roteiros de aulas abordaram temas frequentes durante toda graduação, desde os assuntos mais introdutórios, como formas geométrica e suas utilizações, até a elaboração de uma estrutura de ponte, mostrando tipos de apoios utilizados, diferença de materiais, etc. os tutoriais e questionários estão apresentados no capítulo seguinte, e são os resultados deste trabalho.

#### **3.1.1 Roteiro de Aula básica**

Para a elaboração do roteiro da aula de nível básico foi utilizado como base o material educacional o “HIBBELER R.C. ESTÁTICA – Mecânica para engenharia” 10º edição, após o levantamento de dados, foi decidido relembrar conceitos básicos de engenharia, por exemplo, a influência da geometria na resistência da estrutura, os tipos de apoios utilizados nas construções, momento de inércia e rigidez. Com o principal objetivo de relembrar ao aluno qual a melhor forma geométrica e o melhor tipo de apoio que se pode utilizar para determinada situação, e também, para o aluno começar a utilizar as melhores formas geométricas ao seu favor.

Após toda essa revisão de assunto, será apresentando um estágio do jogo para melhor fixação de todo o conteúdo abordado tanto na aula introdutória quanto no começo da aula básica. Quando todo o conteúdo for passado, o aluno terá a oportunidade de criar uma ponte para aplicar todo conhecimento que ele possui.

### **3.1.2 Roteiro da Aula avançada**

O conteúdo programado para a aula avançada será basicamente uma revisão dos conteúdos da aula básica, porém, adicionando mais fatores voltados ao cotidiano de engenheiros e arquitetos, por exemplo, a estabilidade da estrutura e a concepção de projeto, pois nos níveis mais avançados do jogo são introduzidos desafios mais comuns na vida de um engenheiro ou arquiteto, como, construir uma estrutura capaz de vencer um grande vão que seja, economicamente e estruturalmente viável, e como na aula anterior, o aluno terá que realizar um nível do jogo e mostrar todo seu conhecimento para superar esse desafio proposto.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Introdução**

Após toda a apresentação sobre o jogo *Poly Bridge* e como pode-se utilizar para o auxílio no ensino dos estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismos, foi possível a elaboração de uma apresentação introdutória, com o intuito de apresentar o jogo e suas mecânicas e tirar qualquer tipo de dúvida sobre os comandos simples e como funciona sua jogabilidade.

Após a apresentação introdutória os alunos poderão dar seu *feedback* aos seus docentes, foi realizado os roteiros de aulas que foram divididos em dois roteiros de aulas, sendo, uma com o nível básico, tendo o intuito de reforçar a apresentação introdutória, lembrar conceitos históricos da engenharia e as teorias que são apresentadas durante os cursos e por fim, a prática em alguns níveis iniciais do *Poly Bridge*.

Já o roteiro de aula de nível avançado, já entra em detalhes mais avançados dos cursos, como a parte estrutural, onde o intuito é apresentar de uma maneira mais visual de como é o comportamento estrutural de uma ponte. Durante todo o curso só é apresentando a teoria, e com o jogo é possível ter

uma breve noção de como funciona, ressaltando que não é 100% real pois esse jogo não possui a física real, é utilizado somente para uma breve simulação.

Com isso será apresentado a apresentação introdutória, os roteiros de aulas e um breve questionário sobre a utilização do *Poly Bridge*, para os alunos avaliarem como foi a experiência com o jogo.

Como dito anteriormente será explicado um pouco mais sobre a apresentação introdutória.

Para o início do roteiro da aula de nível básico terá como objetivo de mostrar as ferramentas existentes no jogo, as funções que auxiliam na construção de pontes, interligando essas ferramentas a resistência da ponte considerando a forma geométrica da construção.

Os primeiros passos do *Poly Bridge*, O jogo é bem intuitivo, ou seja, mesmo que seja a primeira vez jogando ao concluir apenas o tutorial é possível entender bem como é o funcionamento do jogo.

Já na parte inferior do lado direito, é apresentado a função tracejar, que através dessa função será possível dar forma para as estruturas que se pretende utilizar, como apresentado na figura 10.

Figura 10: Funções disponível no *Poly Bridge*



Fonte: Autor

Onde se encontra a função Formato, que serve para criação de uma linha imaginária, que auxilia muito a construção, e também permite a criação de arcos simétricos com maior facilidade.

Lembrando que é o mesmo local onde se encontra a função Formato, que terá a utilidade de criação de uma linha imaginária, que auxilia o jogador na parte

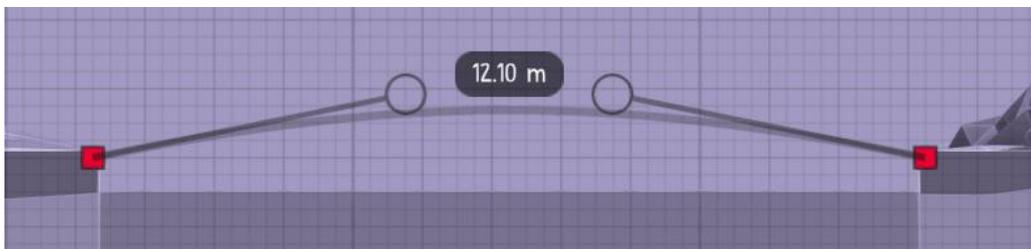
da construção, e também, permite a criação de arcos simétricos com uma maior facilidade, como demonstrado nas figuras 11 e 12 respectivamente:

Figura 11: Função Formato presente no jogo.



Fonte: Autor

Figura 12: As linhas imaginárias de auxílio para a construção de arcos simétricos.



Fonte: Autor

Utilizando juntamente com a Função Preencher, é possível completar o tracejado com o material determinado pelo usuário.

Após essa breve explicação será apresentada uma fase introdutória do jogo e como é feito esse tipo de estrutura, como apresentado no vídeo no *QR Code* a seguir:

*QR Code*: Apresentação Introdutória



Fonte: Autor

## 4.2 Os Roteiros de Aulas

Com toda a pesquisa e levantamentos de dados para este trabalho, foi obtido como trabalho final as seguintes tabelas que tem o intuito de servir como base para os docentes aplicarem as aulas sobre o *Poly Bridge*.

Para facilitar os estudos dos alunos e também com o intuito de conseguir abranger a maior quantidade de alunos, os roteiros de aulas foram divididos em duas, uma com o nível básico e outra com o nível avançado, como apresentando nas tabelas a seguir.

Tabela 1: Roteiro da Aula Básica

Plano de Aula (Nível Básico)				
Faculdade: Unibra				
Curso: Engenharia Civil		Data: ___/___/___		
Período: 10º Período				
Turno: Noite				
Disciplina: TCC				
Conteúdo	Objetivo	Metodologia	Avaliação	Recurso didático
Aula de Nível Básico  -Influencia da Geometria na resistencia da ponte; -Tipos de Apoio; -Momento de inercia; -Rigidez.	-Saber utilizar a geometria ao seu favor na formação da ponte.  -Ter conhecimento dos tipos de apoio (Apoio Simples, Apoio fixo e Apoio engastado)	-Para iniciar a aula será apresentado o Tutorial do jogo, para ter entendimento das ferramentas e funções nele inserida;  -Será utilizada a fase 7 do primeiro mundo para se apresentar tanto as questões geométricas	-Avaliar por meio de perguntas e atividades o entendimento dos conceitos;  -Fazer o aluno desenvolver uma fase, utilizando os conceitos aprendidos.	-Poly Bridge;  -Computadores, smatphones ou tablets.

Fonte: Autor

Para o roteiro da aula básica foi pensando em uma breve introdução histórica, para melhor entendimento e revisão de alguns conceitos.

Desde a antiguidade o homem já utiliza formas geométricas para solucionar demandas construtivas, essas necessidades eram impostas desde construções de simples vão livres de uma igreja, até a construção de aquedutos e pontes. Os romanos foram os primeiros a usar em larga escala uma forma que até hoje é essencial para a engenharia, os arcos, como pode ser visualizado na Figura 13, onde pode se ver o aqueduto Romano, construindo a mais de 2300

anos. Essa forma é extremamente eficiente pois permite o deslocamento de tensões com muita suavidade.

Figura 13 – Aqueduto Romano



Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2012/03/aqueduto-romano.jpg>

Nessas ligações de arcos não existe revestimento estrutural, em alguns casos apenas para fechamento, o que permite a sustentação da estrutura, são justamente os arcos, por meio de um conceito chamado linha de pressão, ele faz com que as cargas não gerem momento fletor, existindo apenas compressão, e como as estruturas eram feitas de rocha, que tem alta resistência a compressão, a estrutura era realmente muito resistente, tanto é que existem muitas de pé até hoje.

Desde sua primeira utilização do jogo, até as mais difíceis fases que você consiga chegar, a geometria terá um papel fundamental no seu sucesso. O objetivo é fazer com que o discente saiba utilizar bem os formatos e formas mais vantajosos, e adequados para cada situação e requisição.

### Triângulos e Arcos

Os discentes já se depararam com esses formatos em inúmeras construções, e no jogo isso não será diferente, serão as duas formas que irão ser mais utilizadas. Como foi apresentado no tutorial, um dos pontos citados foi a criação do greide de projeto, onde a recomendação é a criação de uma forma curva, pois gera justamente o conceito da linha de pressão, que pode ser

visualizado nas cores apresentadas no material em que está se aplicando a carga no jogo, como mostra a figura 14.

Figura 14 – Tensões nas barras

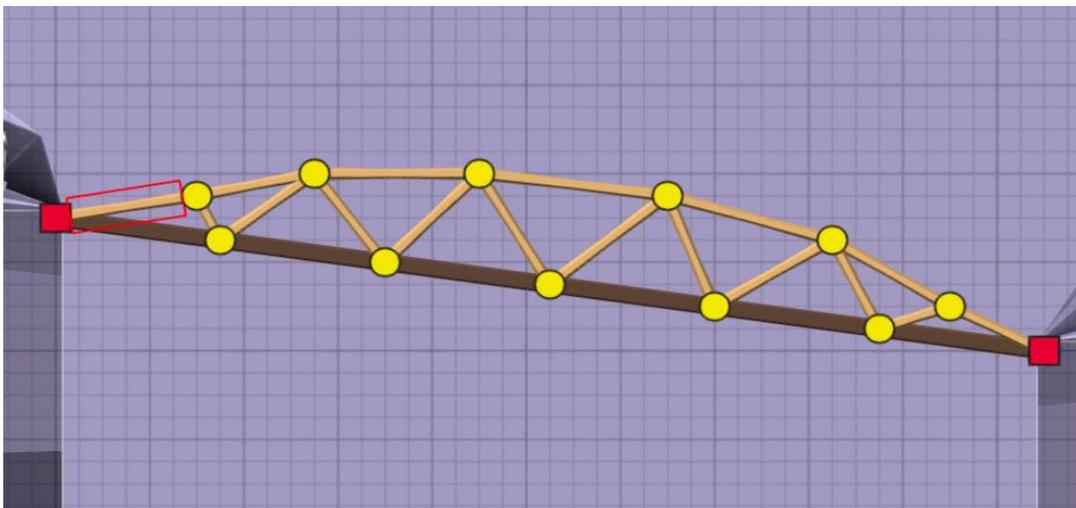


Fonte: Autor

Pode-se observar que por onde o veículo está transitando, as barras tendem a estar mais sujeitas aos esforços, sendo de fácil visualização, nas cores avermelhadas, enquanto as barras mais distantes, as tensões tendem a ser mais leves, sendo mostrada nas cores esverdeadas. Isso será um ponto importante para entender uma possível falha da estrutura.

Em casos de falha, o jogo apresentará o ponto específico onde sua estrutura apresentou falha, em pontos de ligações ou nas barras, como mostra a Figura 15. Essas marcações podem ajudar a você entender outros conceitos importantes ligados a geometria da estrutura, a flambagem e a inércia.

Figura 15 – Falha da Barra

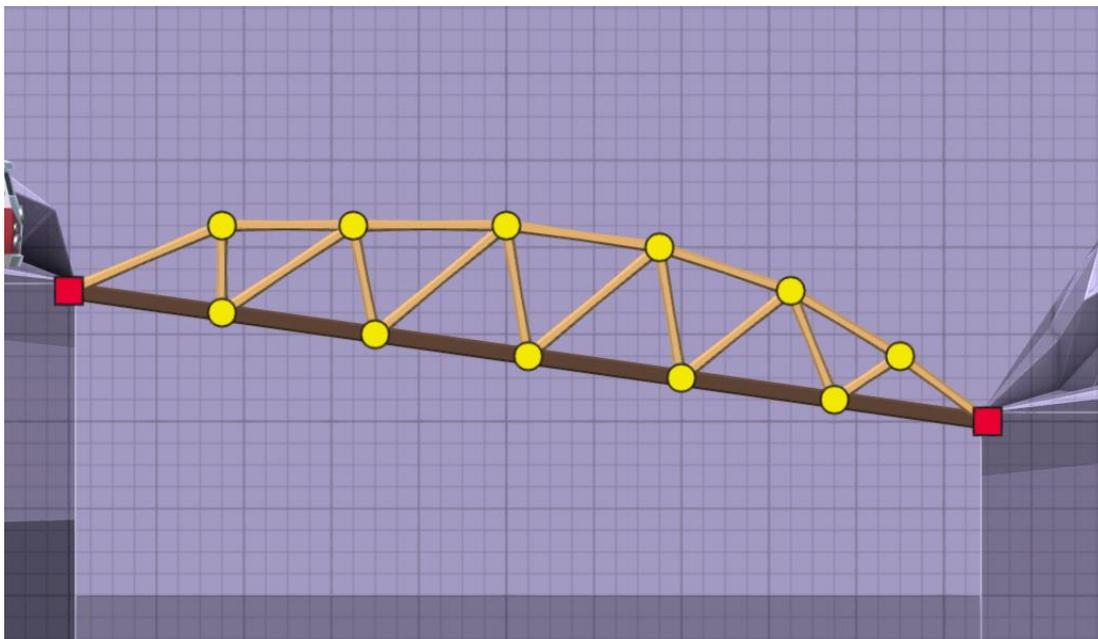


Fonte: Autor

Nesse caso em específico, a solução está associada a necessidade de aumento da inércia da estrutura, como é possível identificar, a estrutura obtida é tabuleiro reto, com uma estrutura em arco suportando as cargas provenientes do peso da estrutura. O centro necessita de uma inércia maior, enquanto que nos apoios por se tratar de um ponto de grande rigidez, não necessita de grandes volumes de material.

Porém, nesse caso a estrutura foi mal dimensionada, e rompeu nessa barra por não suportar a solicitação do veículo, a solução foi justamente o aumento da inércia da estrutura, sendo necessário assim o aumento da treliça como mostra a Figura 16. Perceba-se que se houve um aumento considerável da altura da treliça, conseqüentemente a inércia da estrutura também aumentará.

Figura 16 – Solução do rompimento



Fonte: Autor

Tabela 2: Roteiro da Aula Avançada

Plano de Aula (Nível avançada)				
Faculdade: Unibra		Data: ____/____/____		
Curso: Engenharia Civil				
Período: 10º Período				
Turno: Noite				
Disciplina: TCC				
Conteúdo	Objetivo	Metodologia	Avaliação	Recurso didático
Aula de Nível Avançada  -Influencia da Geometria na resistência da ponte; -Tipos de Apoio; -Momento de inercia; -Rigidez. -Estabilidade das estruturas -Concepções de projeto	Definir layout de uma ponte utilizando conceitos estruturais para a vencer os vãos e obstáculos propostos pelo jogo.	Mostrar através do Poly Bridge, de maneira prática, a definição do modelo da ponte. A fase do jogo escolhida é nº 5 do primeiro mundo do jogo, assim que forem sendo desenhadas as partes da ponte será explicado o motivo baseado em estabilidade	Atividades, trabalhos de pesquisa, questionários	tablets, computadores, Smartphone

Fonte: Autor

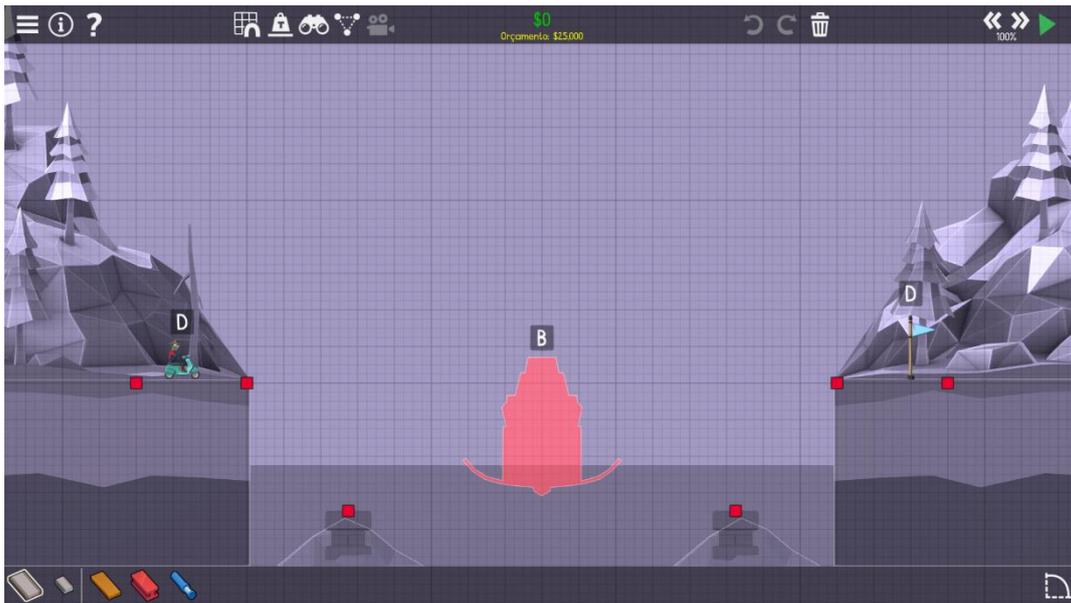
No início dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, são apresentadas e estudadas diversas disciplinas básicas, e são trabalhados vários conceitos importantes para o entendimento das estruturas.

Entretanto, muitos desses ensinamentos são aprendidos de maneira parcial, pois a difícil visualização do problema e da solução dificulta o aprendizado do discente, acarretando assim num sub aprendizado.

O *Poly Bridge* consegue de maneira simples e satisfatória, apresentar e demonstrar visualmente muitos desses conceitos, o que será apresentado e debatido nessa aula.

Para que seja possível identificar isso do melhor método possível, será analisado a Figura 17, nessa figura está sendo apresentada a fase nº 5 do primeiro mundo do jogo, durante a análise dessa fase, será apresentado diversos questionamentos, como, o que um aluno de engenharia deveria analisar nessa imagem? Quais são os pontos mais importantes para a criação de um modelo estrutural capaz de vencer o desafio proposto? Esses questionamentos vão além de um jogo, e são levados para a vida de um profissional, ao se iniciar qualquer projeto, neles surgirão problemas, e é competência de o profissional com seus conhecimentos prévios definir quais serão suas soluções.

Figura 17 – 5º fase do 1º mundo

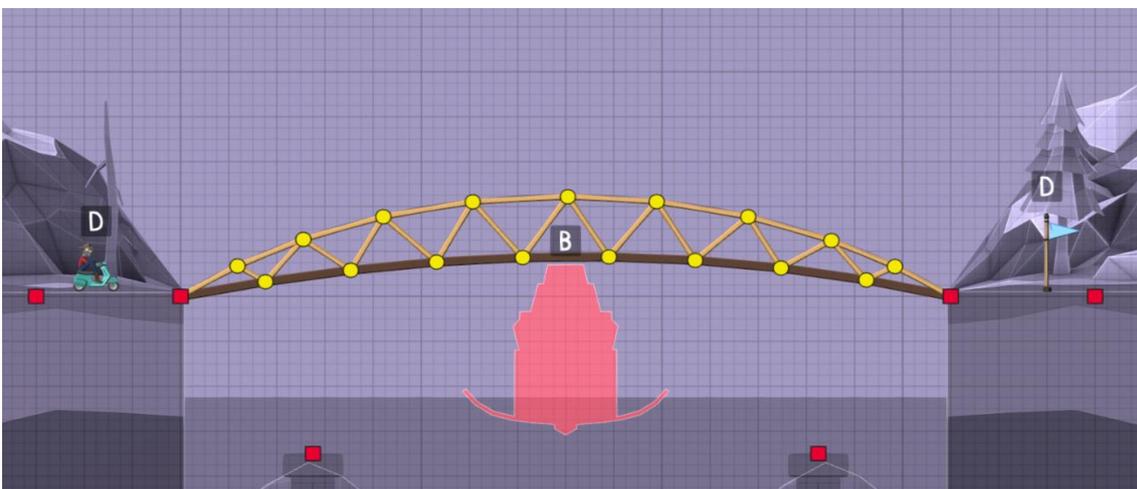


Fonte: AUTOR

Nessa fase, é apresentado um vão de 16m, a sua disposição cinco tipos de materiais diferentes para a construção, além de seis pontos de apoio, nesse caso também existem o pré-requisito da ponte ter uma altura mínima, pela necessidade de passagem de uma embarcação, que supera o nível do rio que tem por volta 3m, temos também um orçamento limitado a \$ 25.000,00.

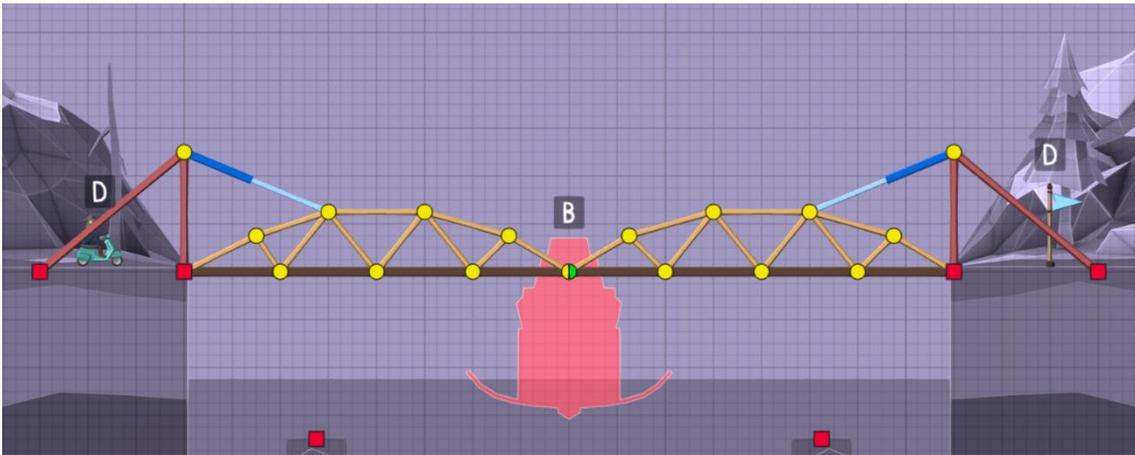
Essa fase foi selecionada, pois existem inúmeras possibilidades de criação de modelos estruturais para vencer esse vão. O nome do desafio “Primeira ponte levadiça”, indica uma das possibilidades a se utilizar. Porém os pontos de apoios possibilitam diversos modelos eficientes. Nas Figura 18 e 19, serão apresentados dois modelos estruturais que foram eficientes para realizar e vencer o desafio proposto.

Figura 18 – Modelo 1



Fonte: AUTOR

Figura 19 – Modelo 2



Fonte: AUTOR

No primeiro modelo, foi realizada uma estrutura em arco, utilizando apenas de dois dos seis engastamentos, nesse caso, todo o esforço gerado pelo peso da estrutura e cargas provenientes do veículo, são dissipados nos apoios, o jogo permite uma visualização da transporte das cargas pela estrutura por meio de cores, o que ajuda a entender o porquê do arco ser tão amplamente utilizado, não existir mudanças bruscas de direções na estrutura, impedem o surgimento de pontos críticos de tensão, inibindo assim que algumas barras recebem grande tensão e chegam a ruptura ou grande sollicitação. Nesse exemplo foi obtido um nível de utilização da estrutura de 87%, e foi utilizado apenas 40% do orçamento.

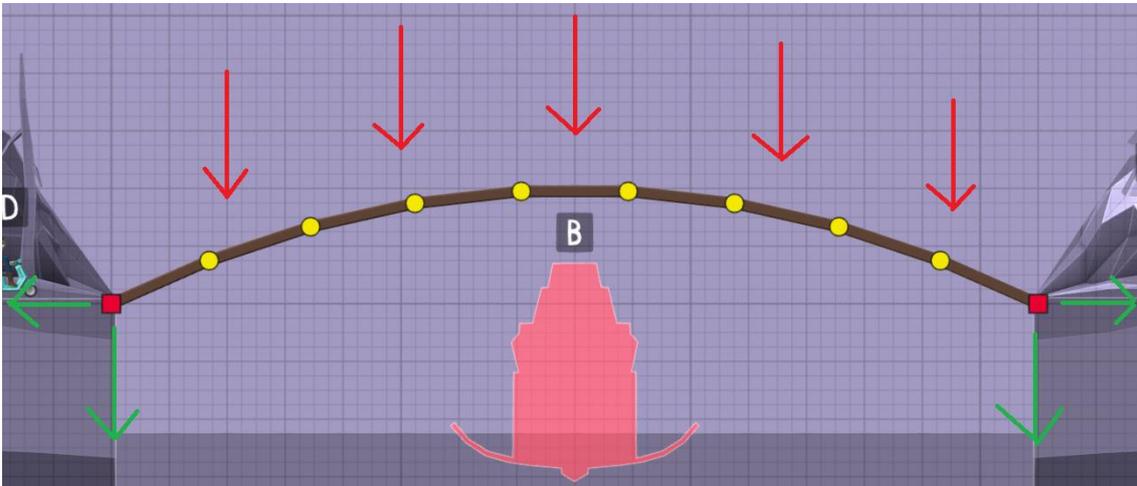
No segundo Modelo, foi utilizada a sugestão da fase como método aplicado, uma ponte levadiça com a utilização dos pistões. Nesse caso foi necessário a utilização dos engastamentos anteriores, além de estrutura metálica para fazer vencer a sollicitação dos pistões, pois o ponto crítico dessa solução é justamente a elevação e a descida da ponte, gerando um esforço horizontal muito grande na extremidade da barra vertical de aço. Nesse caso obtivemos um índice de utilização da estrutura de apenas 52%, e um orçamento dobrado em relação ao primeiro modelo.

Ou seja, com diferentes métodos construtivos, foi possível concluir o objetivo de vencer o desafio, porém com gastos e eficiência totalmente diferentes. Aplicando isso à prática, a solução mais econômica e simples seria a selecionada para a construção. Após essa explicação pode ser feita perguntas para os discentes de qual tipo de estrutura eles utilizariam para vencer esse desafio.

Como se pode visualizar o *Poly Bridge*, é muito versátil, e possibilita a criação quase que livre para solucionar o desafio da fase, porém além das possibilidades permitidas no jogo, a criação de engastamentos pode ser explorada. Os arcos geram esforços horizontais nos apoios, que surgem do seu peso próprio e ampliadas quando recebem cargas de utilização como mostra a figura 20. Ou seja, necessitam de engastamentos que suportem muito bem

essas cargas, por isso muitas vezes os encontros de pontes são extremamente robustos.

Figura 20 – Cargas do Arco

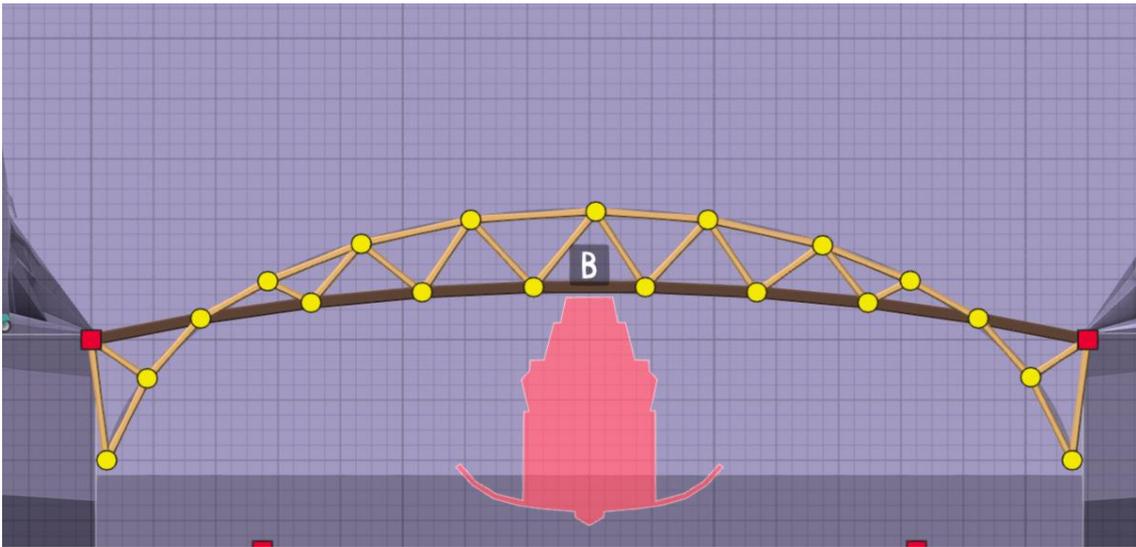


Fonte: AUTOR

As setas vermelhas representam as cargas geradas pelo peso próprio da estrutura, além das cargas de utilização, todas essas cargas são levadas aos apoios, que por sua vez, dissipam essas cargas no solo, em duas resultantes,  $F_x$  e  $F_y$ . Os arcos por sua geometria tendem a gerar resultantes horizontais consideráveis, as cargas que recebem estão o tempo todo tentando inverter a concavidade do arco para baixo, o que impede as cargas de fazer isso além da resistência do material, são os apoios.

Considerando o Modelo 1, que se encaixa justamente nessa questão, a carga que o apoio recebe, são justamente essas resultantes, o que pode gerar em fases futuras tensões muito elevadas nas barras ligadas a esse apoio, surgindo a necessidade de criação de engastamentos, que o jogo possibilita como mostra a figura 21.

Figura 21 – Modelo 3



Fonte: Autor

Com esse apoio na parte inferior, as tensões horizontais que chegam no engastamento são dissipadas de maneira mais eficiente, isso também é visualizado no jogo, pois com mesmo orçamento do modelo 1, foi obtido uma utilização do material cerca de 10% menor em comparação, ou seja, o modelo ainda pode sofrer alterações para redução de custo.

### 4.3 Questionário

A seguir, apresenta-se um modelo de questionário com o intuito de obter-se o *feedback* dos discentes diante ao jogo *Poly Bridge*. O docente pode aplicar esse modelo de questionário para obter o grau de satisfação dos discente referente ao jogo.

1º) Em sua opinião a utilização de programas educacionais pode contribuir para o aprendizado?

Sim ( ) Não ( )

2º) Você classificaria a dificuldade de manipulação dos comandos do *Poly Bridge* como:

Fácil ( ) Médio ( ) Difícil ( )

3º) Os recursos gráficos para construção e manipulação de estrutura oferecidos pelo *Poly Bridge* favorecem a troca de ideias e informações pertinentes ao aprendizado do comportamento estrutural?

Sim ( ) Não ( )

4º) Em sua opinião, a utilização do *Poly Bridge* pode contribuir para confirmar o conhecimento e/ou identificar erros e conceitos equivocados presentes no raciocínio de um aluno?

Sim ( ) Não ( )

5º) Você utilizaria o *Poly Bridge* como ferramenta de aprendizado?

Sim ( ) Não ( )

6º) A forma como o *Poly Bridge* exibe os resultados favorece a análise e compreensão do comportamento da estrutura?

Sim ( ) Não ( )

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Conclusão

Neste trabalho foi apresentado como o jogo *Poly Bridge* pode auxiliar os estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo a compreender de uma forma mais visual como é o funcionamento estrutural de uma ponte e algumas concepção de projeto é possível concluir que o jogo pode sim auxiliar muito nessa área de compreensão, pois inúmeros alunos precisam de um estímulo mais visual para conseguir absorver melhor todas a informações da disciplina.

Foi possível atingir todos os objetivos propostos e o material produzido no presente trabalho (tutorial, roteiro das aulas e questionário) pode servir como exemplo para docentes utilizarem em aulas usando o jogo *Poly Bridge*.

Com o tutorial, o docente pode entender os conceitos e o funcionamento do jogo, para então adaptar os roteiros das aulas a sua necessidade.

Após as aulas, os professores podem aplicar o questionário para obter a percepção dos alunos sobre a utilização do jogo em aula. Os resultados deste questionário podem ser usados para melhorar ou mesmo construir aulas futuras.

### 5.2 Sugestões de trabalho futuro

- Aplicação dos roteiros de planos de aulas e apresentação das aulas para diversas turmas de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo;
- Coletar os resultados do questionário e avaliar o *feedback* dos docentes e discentes.

## 6 REFERÊNCIAS

### **Aqueduto Romano:**

<https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2012/03/aqueduto-romano.jpg>  
Acesso em: 22 de abr 2022;

BRANCHIER, H. S. **CONTRIBUIÇÕES DOS SOFTWARES NA APRENDIZAGEM DE ANÁLISE E CÁLCULO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS**. Universidade do Vale do Taquari – Univates: Lajedos Rio Grande do Sul, 2017. p. 35-38

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. **OS PRINCÍPIOS DAS METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO: UMA ABORDAGEM TEÓRICA**.

Revista Thema, 2017. p. 268-288

Disponível em:

<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404/295>. Acesso em: 09 de mar 2022.

HIBBELER, R. C. **Estática – MECÂNICA PARA ENGENHARIA**. 10. Ed. São Paulo: Pearson. p. 220-244

BACICH L., MORAN J. **“METODOLOGIAS ATIVAS PARA UMA EDUCAÇÃO INOVADORA”**, 2017. p. 78-87.

**Poly Bridge:** <https://www.gameblast.com.br/2015/08/poly-bridge-pc-blast-test.html> ;

Acesso em: 19 de jan 2022;

SANCHO, P. A. **UTILIZAÇÃO DO FTOOL COMO FERRAMENTA DE APRENDIZADO DO COMPORTAMENTO DE ESTRUTURAS** – Universidade do Mato Grosso - FACULDADE DE ARQUITETURA ENGENHARIA E TECNOLOGIA: Mato Grosso, 2014. p. 11-18.

SANTOS, D. A. dos.; ITO, G. Y.; SCHEID, P. I. M.; BARBOSA, H. M.; SILVA, K. H. P. da.; SOUZA, V. L. de. **EDUCA & AÇÃO! LEVANDO A PRÁTICA AOS ACADÊMICOS DE ENGENHARIA CIVIL NO ENSINO REMOTO UTILIZANDO UM JOGO SÉRIO COMO METODOLOGIA ATIVA**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 7, n. 12, p. 1232–1243, 2021.

SILVA, et al. **“AVALIAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS de ENSINO NO CURSO de ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL de GOIÁS – REGIONAL CATALÃO.”** Revista de Ensino de Engenharia, vol. 35, no. 1, 2016, [revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/376](http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/376). Acessado em 19 Mar. 2022

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Brasília: BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1999. p. 9-13.