

ØRESUND: A “PONTE IMPOSSÍVEL”

Categoria: Ensino Fundamental – Anos Finais

Modalidade: Matemática Aplicada e/ou Inter-relação com outras disciplinas

**LOPES, Carlos Eduardo; BERTOLLO, Paola Joris; DAL MOLIN, Carla Adriana
Frantz**

Instituição participante: Centro de Educação Básica Francisco de Assis – Ijuí/RS

INTRODUÇÃO

O trabalho que segue, surge da proposta de um estudo sobre as pontes, desde a estrutura até as vias de torná-las um meio de empreendedorismo. A pesquisa seguiu-se motivada pelo tema gerador da Jornada da Pesquisa do Centro de Educação Básica Francisco de Assis, **EFA pela Cultura: revitalizar e construir**, aos 26 alunos da turma C91, nono ano. Para o lançamento do tema de pesquisa desta série, a turma foi convidada a participar de uma oficina com professores e alunos do curso de Engenharia Civil da Unijuí, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, junto ao DCEEng, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, sobre as diferentes estruturas de pontes e ao final desta oficina, realizaram a confecção de uma ponte com palitos de picolé. No dia 05 de julho realizamos uma visita à ponte férrea de Ijuí, no interior de Vila Itaí. Após, cada grupo foi instruído a escolher, através de pesquisas na internet, uma ponte para aprofundar seu estudo. Este trabalho foi realizado em conjunto pelas disciplinas de matemática, educação física, física, português, história e geografia.

CAMINHOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

A jornada de pesquisa deste ano, no Centro de Educação Básica Francisco de Assis, foi intitulada “EFA PELA CULTURA: Revitalizar e Construir”, partindo desta proposta, cada turma recebeu um assunto para ser aprofundado. O nono ano do ensino fundamental aprofundou os estudos sobre o tema “Pontes”. Dentro da ideia proposta para a turma, pensamos maneiras de revitalizá-las ou torná-las atrativas para embelezamento dos locais, visitação de turistas, e também como local para prática esportiva.

A turma foi dividida em seis grupos, realizando visitas ao DCEEng, visando ampliar os conhecimentos sobre como pontes e de como criar maquetes de pontes e suas diversidades de estruturas, utilizando conhecimentos na área de matemática e física.

Professores e estudantes do curso de engenharia civil da UNIJUI explanaram conhecimentos a cerca do assunto PONTES, ressaltando que existem diversos tipos e estilos de pontes, as principais e mais utilizadas estruturas são: Ponte Viga, Ponte de Treliças, Ponte de Arco, Ponte Suspensa, Ponte Estaiada e Ponte Balanço.

O objetivo foi de entender sobre a estrutura de uma ponte, sua construção, a matemática que está diretamente ligada a sua confecção, ora por uso da rigidez de triângulos, com medidas, proporções, equivalências, regra de três simples e composta, e a verificação da possibilidade da prática de algum esporte radical nesse lugar.

Figura 1 - Oficina sobre Pontes – Laboratório DCEEng



Fonte: Arquivo dos autores (2019)

Figura 2 - Oficina sobre Pontes – Laboratório DCEEng



Fonte: Arquivo dos autores (2019)

Também realizamos uma saída a campo à Vila Itaí, interior de Ijuí, para conhecer e observar de perto a ponte de ferro, analisar sua estrutura e conhecimentos

físicos, matemáticos e geográficos naquele espaço. Ver os materiais e ligações que ela possui e como os pilares de sustentação foram construídos para suportar o seu peso, bem como realizar a atividade do rapel positivo (pois há o negativo também), intitulada atividade de aventura e esporte na natureza. Esta atividade realizada em um dos pilares de sustentação da ponte contou com todos os equipamentos de segurança necessários, além de profissionais do curso de Educação Física da UNIJUI.

Figura 3 – Prática de Rapel na Ponte de Ferro do Rio Ijuí - Vila Itaí- RS



Fonte: Arquivo dos autores (2019)

Figura 4 – visitação à Ponte de Ferro do Rio Ijuí – Vila Itaí - RS



Fonte: Arquivo dos autores (2019)

Desde muitos anos o ser humano necessita de uma maneira de ultrapassar por obstáculos em busca de alimentos e abrigo. As primeiras pontes surgiram de modo natural, queda de troncos sobre rios. Esse processo levou o Homem a construir suas próprias pontes, surgindo então pontes feitas de troncos de árvores e eventualmente de pedras, usando suportes simples.

No meio do mar uma ponte desaparece por completo, parece estar sendo definitivamente engolida pelas águas do Mar Báltico. É a ponte rodoferroviária mais extensa do continente europeu, sendo um ícone da engenharia moderna aliando funcionalidade, beleza estética e inovação na engenharia civil.

O grupo pesquisou a Ponte de Øresund, entre Suécia e Dinamarca. Escolhida devido a sua grandiosidade e sua continuação que mergulha no oceano em formato de túnel. Uma ponte que aparentemente termina no nada, no meio de uma ilha artificial.

A Øresund é uma ponte que fica entre Suécia (Malmö) e a Dinamarca (Copenhague). A via rodoferroviária tem 16 km, e é composta por 3 partes: a ponte (7845m), o túnel subaquático (3510m) e a ilha artificial de Poberholm (4055m). Esta ponte se encontra no continente europeu, mais precisamente na cidade de Copenhague, Dinamarca e Malmö, Suécia, ligando-as através do estreito de Øresund. O estreito liga, ao Sul, o mar Báltico ao estreito de Categate, ao Norte, em direção ao mar do Norte.

Para que tudo ocorresse corretamente, o projeto, composto por três partes, foi estudado durante quatro anos, até ser executado em 1995. Em 17 de agosto de 1995 é iniciada a criação de uma ilha com 4 km de comprimento e 1,3 milhões de m² era o primeiro estágio, que levou 14 meses para ser concluído. Foram utilizados 1,8 bilhões de quilos de rochas, vindas de pedreiras suecas e dos entulhos gerados na dragagem do terreno onde seria construído o maior túnel subaquático do mundo. Para o transporte de todo o material foram usados cerca de 50 navios. Com isso pronto os segundo e terceiro estágios eram possíveis.

A próxima fase era a construção do túnel. Foi necessário abrir uma vala de 11 metros de profundidade por 46 de largura, medindo 4 km de comprimento para acomodar 20 enormes seguimentos de concreto. As partes foram erguidas em terra firme, dentro de um engenhoso sistema de inundação, elas eram tão pesadas que não poderiam ser carregadas, então os engenheiros criaram uma solução: transformar as estruturas em balsas, todas as 5 vias do seguimento eram fechadas com uma porta de metal, permitindo a flutuação. Depois de terminada a execução, grandes rochas foram colocadas sobre o túnel para evitar sua emersão.

Em seu último estágio foi feita a estruturação de uma ponte de estrutura, em parte, estaiada de 8 km. Foram erguidos 4 pilares com 240 metros de altura, com certeza essa seria uma das pontes mais altas do mundo, entre eles, um vão de 490 metros. Os seguimentos da ponte comportavam 6 pistas, 4 para carros e 2 na porção inferior para trens de alta velocidade.

As obras acabaram em 1999, e o projeto foi inaugurado no ano seguinte. Toda essa empreitada custou cerca 1,5 bilhões de dólares, pagos 50% por cada um dos países.

Os materiais empregados foram cuidadosamente testados por um mais ou menos um ano para confirmar que podiam arcar com as exigências da obra. Foram testados: Conteúdo do ar incorporado (4,5 a 7% para o concreto fresco); 3,5% no concreto endurecido; Resistência ao gelo-degelo; Resistência ao sal marinho; Resistência à compressão (>50 mpa); Relação água/cimento ($<0,40$); Fissuração; Fluência; Maturidade.

Após dezoito anos da inauguração da Ponte de Øresund, ela continua ganhando prêmios. A ponte é considerada ícone da engenharia moderna. Foi de “ponte impossível”, para um modelo de projeto. Equívocos em outras grandes obras realizadas pelo mundo serviram para orientar os engenheiros que atuaram na Ponte de Øresund para que não se repetissem.

Um esporte de aventura que poderia ser praticado na ponte de Øresund, para promover um turismo maior para o local, é o Bungee Jumping. O Bungee Jumping é um esporte em que o indivíduo salta de um lugar alto, em queda livre, preso apenas por um cabo elástico amarrado nos pés ou na cintura. Este esporte é caracterizado por ser feito em locais altos e com uma base firme, para realizar o salto em segurança. O esporte radical teria como público alvo os aventureiros que procuram adrenalina máxima, porém, os mesmos, não poderiam apresentar problemas de saúde como pressão alta e problemas cardíacos, pois correriam risco de morte.

Materiais que precisariam ser adquiridos para a realização do Bungee Jumping na ponte de Øresund: - Fitas tubulares de nylon 2000KN (safety line); Cabos (Bungee cords); Mosquetões de aço; Cadeirinha de alpinismo (Seat harness); Ankle harness; Cabos de aço ou cordas estáticas 16mm para ancoragem; Cordas estáticas 12mm para resgate; Freio “Rack” para resgate; Fitas tubulares de nylon para resgate; Kit de primeiros socorros; Rádios de comunicação.

Cada grupo ficou responsável por realizar uma maquete de sua ponte escolhida. Como nossa ponte, a ponte de Øresund, localiza-se no oceano e possui uma ilha artificial o grupo escolheu, para representá-los, um MDF com gel para indicar as águas do mar Báltico, e para a ilha um pedaço de isopor que foi cortado e lixado no formato da original. Já a ponte foi montada com palitos de picolé e palitos de dente colados com cola quente, papel paraná e arame fino para fazer a parte da estrutura estaiada da ponte.

E, para finalizar representamos, com um bonequinho, o esporte de aventura escolhido, o Bungee Jumping.

Segue algumas curiosidades sobre a estreito de Øresund: A ilha de Poberholm, com mais de 4 quilômetros de extensão e construída artificialmente, não pode ser visitada por ninguém. Ela só serve como uma espécie de base de onde nasce o túnel subaquático que leva até o outro lado do estreito de Øresund; Para que fosse possível construir o túnel, o leito do mar foi escavado por cerca de 4 km;

Com este trabalho observamos a grande evolução das pontes do mundo. De um tronco de árvore à “ponte impossível”, um exemplo da engenharia moderna. Do modo natural à construção das próprias pontes.

Chegamos à conclusão que, após muito trabalho e esforço, os engenheiros envolvidos conseguiram projetar e transformar em realidade a ponte de Øresund. Uma ponte que desaparece no meio das águas do mar Báltico, uma ponte premiada, sem erros. Criaram assim, uma ponte incrivelmente perfeita.

Trabalhamos com conceitos da Matemática e da Física a todo momento: ângulos, semelhança de triângulos, medidas, simetrias, Teorema de Pitágoras, geometria, Teorema de Tales, Leis de Newton, razão, proporção, regra de Três simples. A ideia de quando são usadas as treliças em sua estrutura para que seja estável, considerando que é necessário que a sua configuração seja uma associação de triângulos. A atividade interdisciplinar, que envolveu o estudo de vários componentes curriculares, foi idealizada para trabalhar o triângulo como forma rígida nas estruturas. Contemplando o conteúdo do plano de trabalho anual, com as quatro operações: escala, comprimento, planta e medidas, construção de maquetes, porcentagem. Estudamos, além disso, a presença do componente de Educação Física no tema, o qual a atividade esportiva sugerida para se fazer nesta ponte também envolve conhecimentos matemáticos, como comprimento e elasticidade do cabo, e a angulação de caimento e retrocesso.

Depoimentos dos alunos, durante a realização das atividades, como não ter percebido anteriormente a matemática em atividades simples do dia-a-dia, ou de como estas atividades foram legais e abriu um leque de opções para escolha de cursos de graduação, do prazer em realizar atividades como estas, me faz ver que todo o projeto realizado com os alunos vale a pena. Que a matemática estudada entre quatro paredes pode ser lúdica e tem aplicabilidade em nosso cotidiano. Que na maioria das vezes efetuamos relações matemáticas sem referenciar o pensamento matemático, mas ele está

ali, desde o atravessar uma rua, no uso do celular ou eletrônicos, nas brincadeiras, no tempo, na natureza, na vida.

REFERÊNCIAS

A grande obra da Ponte de Øresund: conheça a sua história; *ARCOS Engenharia de Solos (desde 1969)*. Disponível em: <<https://arcos.eng.br/a-grande-obra-da-ponte-de-oresund-conheca-a-sua-historia/>>. Acesso em: 30 de jun. 2019.

A incrível ponte-túnel Øresund liga Suécia à Dinamarca. *Retrofit Engenharia*. Disponível em: <<http://retrofitengenharia.com.br/ponte-oresund/>>. Acesso em: 29 de jun. 2019.

A Ponte de Øresund. *Instituto de Engenharia*. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2014/09/25/a-ponte-de-oresund/>>. Acesso em: 24 de jun. 2019.

BARBOS, Felipe. **Mega construções, ponte da Dinamarca/Suécia**. 2015. (46m 58s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uNzRLQ_IHTQ&feature=youtu.be>. Acesso em: 29 de jun. 2019.

Bungee Jumping. *Educa Mais Brasil*. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/educacao-fisica/bungee-jumping>>. Acesso em: 1 de jul. 2019.

Bungee Jumping. *Esportes e Aventuras*. Disponível em: <<https://marketingsenacblog.wordpress.com/2017/06/01/bungee-jumping/>>. Acesso em: 30 de jun. 2019.

Construção da ponte ferroviária sobre o rio Ijuí, no distrito do Itaí, concluída em 1914; *Ijuí – RS – Memória Virtual*. Disponível em: <<http://ijuisuahistoriaesuagente.blogspot.com/2015/07/construcao-da-ponte-ferroviaria-sobre-o.html>>. Acesso em: 2 de jul. 2019.

GONZAGA, Lia. **Ponte de Øresund: Eram os deuses engenheiros?.** *Portal Metálica: Construção Civil*. Disponível em: <http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1494>. Acesso em: 28 de jun. 2019.

SANTOS, Altair. **Øresund: de “ponte impossível” a ícone da engenharia;** *Massa Cinzenta*. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/ponte-de-oresund-de-obra-impossivel-a-icone-da-engenharia/>>. Acesso em: 24 de jun. 2019.

WIKIPÉDIA. **Ponte**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte>>. Acesso em: 28 de jun. 2019.

WIKIPÉDIA. **Ponte do Øresund**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte_do_%C3%98resund>. Acesso em: 24 de jun. 2019.

Trabalho desenvolvido com a turma do nono ano, do Centro de educação Básica Francisco de Assis – EFA, pelos alunos Carlos Eduardo Lopes, Katirlr Dobler de Moura, Paola Joris Bertollo, Renan Hepp e Tainá Trindade Dornelles.

Dados para contato:

Expositor: Carlos Eduardo Lopes;

Expositor: Paola Joris Bertollo;

Professor Orientador: Carla Adriana Frantz Dal Molin; **e-mail:** cafdm@unijui.edu.br