

## UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO PRÉ-REQUISITO PARA A ADEQUAÇÃO DO MÉTODO STEM NAS DISCIPLINAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL

**Daniel B M Matos** – danielbmmatos@edu.unifor.br  
Universidade de Fortaleza - UNIFOR  
Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz  
60811-905 – Fortaleza - Ceará

**Ítalo L Salomão** – italosalomao@unifor.br  
Universidade de Fortaleza - UNIFOR  
Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz  
60811-905 – Fortaleza - Ceará

**Elaine Cristina R Ponte** – elaineponte@unifor.br  
Universidade de Fortaleza - UNIFOR  
Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz  
60811-905 – Fortaleza - Ceará

**Rafaela P L Cardoso** – rafaelapl@unifor.br  
Universidade de Fortaleza - UNIFOR  
Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz  
60811-905 – Fortaleza - Ceará

**Resumo:** Durante um curso superior, é notável que, com o decorrer dos anos, os estudantes esqueçam conteúdos que são indispensáveis para certas disciplinas, fazendo, assim, que a disciplina em curso não possua um bom rendimento. Além disso, é fato que, em muitas Instituições de Ensino Superior (IES), os alunos não conseguem ver como os conteúdos estudados funcionam na prática, tornando árduo o seu aprendizado. Este trabalho tem como objetivo analisar a matriz curricular, das disciplinas relacionadas ao cálculo de estruturas, do curso de engenharia civil da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), apresentando uma proposta de disposição para as disciplinas de forma que os estudantes possam rendimento máximo nas mesmas e possam identificar, por meio de problemas reais, a sua aplicação no mercado de trabalho. Para tanto, a matriz curricular foi reorganizada, dispondo as disciplinas em pré-requisitos e co-requisitos, sendo implantado no sistema de ensino o uso de metodologias ativas combinadas ao STEM education.

**Palavras-chave:** STEM education, Pré-requisito, Co-requisito, Metodologia ativa de ensino.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização do pré-requisito em algumas Instituições de Ensino Superior (IES) se torna justificada em decorrência do desenvolvimento de uma determinada competência, a qual o aluno deve, ao final daquele período, ter adquirido. A cognição de uma competência em um discente, pelo volume de conteúdo, se dá de forma gradativa e sequencial. Considerando o curso de Engenharia Civil, tendo como exemplo as disciplinas da área de estrutura, sendo elas: elementos de resistência dos materiais, resistência dos materiais e as mais específicas como estrutura de concreto, espera-se que o discente, ao final, consiga desenvolver cálculos para o dimensionamento e o detalhamento de uma peça de concreto armado. Para isto, é necessário que o aluno tenha previamente adquirido habilidades trabalhadas e transmitidas nas disciplinas anteriores como a determinação do esforço interno, sendo este conteúdo imprescindível para a conclusão do objetivo final desta área.

Em contrapartida, a quantidade de conteúdo transmitido ao longo de vários semestres e/ou anos, faz com que o aluno não correlacione os assuntos de forma coesa. Nesta perspectiva, Kahneman (2012) em sua obra “Rápido e Devagar: Duas formas de pensar” apresenta dois sistemas para formação do pensar: o primeiro se refere a cognição do dia a dia, aquele cujo aluno gera, de forma sem esforço, o conhecimento sobre um determinado assunto. O segundo sistema opera por meio da utilização da memória de curto prazo. No entanto, há uma grande dificuldade, a dicotomia entre os dois sistemas: como o primeiro, sendo este o mais eficiente para cognição de algo, pode ser obtido através do segundo sistema.

Diante deste contexto, oportunizar um aprendizado significativo é uma forma de mudar este cenário. Para tanto, a utilização do método STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) se apresenta como uma das “oportunidades para os alunos pensar, responder e interagir classe pode ter um impacto substancial sobre a retenção de alunos” (WATKINS, MAZUR, 2013, p. 36, tradução nossa). Este Método pode ser avaliado por meio de metodologias de ensino ativas, como o *Peer Struction, Problem-Based Learning, Cooperative Learning*, entre outros. Salienta-se que o método STEM tem como principal objetivo o desenvolvimento do aluno para o mercado de trabalho e soluções de problemas, afastando-se do processo passivo de aprendizagem que, em muitos casos, geram alunos sem o poder de associação da prática com a teoria.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A análise dos pré-requisitos e seus pontos positivos e negativos podem ser avaliados a partir da instrumentação de métodos ativos de ensino e aprendizagem, aonde o aluno, em função da utilização ou não dos pré-requisitos estará apto ou inapto a utilização dos seus processos cognitivos para a resolução de um exercício passado pelo professor. Por exemplo, através da utilização do *Peer Instruction*, o aluno deve solucionar um problema, através de discursão em grupo, criando e compartilhando com os colegas e o instrutor (na figura do professor ou de um monitor), as possíveis soluções encontradas. Quando a situação problema é apresentada de forma que permeie todas as disciplinas, o aluno a qual ainda não tem o conteúdo assimilado da pré-requisito pode não conseguir desenvolver de forma similar aos outros. Aquele que tenha como co-requisito (disciplinas sendo cursadas simultaneamente) pode levar vantagem neste ponto.

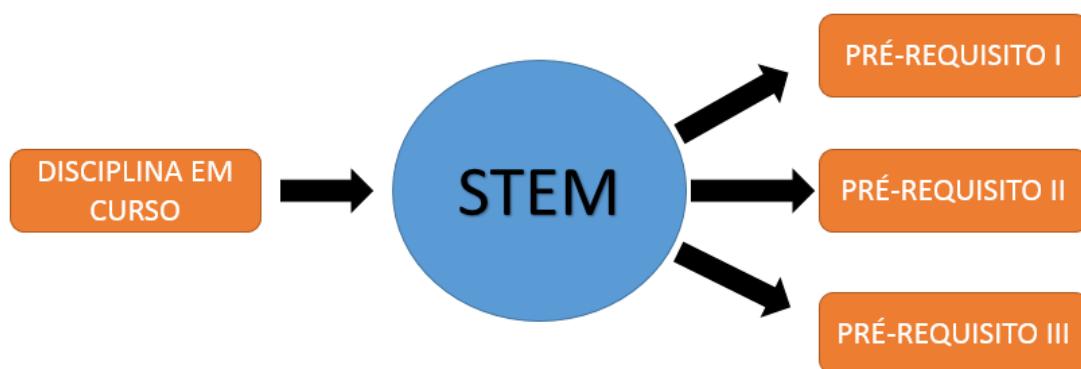
O sistema em pré-requisito funciona da seguinte forma

A matrícula em uma dada disciplina está sujeita ao cumprimento de pré-requisitos; caso estes não sejam satisfeitos, a matrícula é negada, naquela disciplina. O aluno poderá, todavia, substituir a disciplina em que teve negada a matrícula por outra em que os pré-requisitos estejam cumpridos. Os empecilhos, criados pelas dependências, causadoras de parte da evasão nos regimes seriados, podem aparecer no regime de matrícula por disciplina, caso sejam fixados diversos pré-requisitos para uma mesma disciplina e para a maioria das disciplinas do currículo do curso (FRAUCHES, 2011)

Ou seja, o sistema de pré-requisito consiste numa sequência lógica de disciplinas de modo que o conhecimento passado nas cadeiras anteriores sejam base para as próximas que virão. Dessa forma, é possível que o aprendizado dos alunos seja avaliado continuamente, ou seja, só poderão prosseguir se possuírem o conhecimento necessário para tal. Neste sistema, porém, é notável a carência de base em algumas disciplinas, fato esse que decorre do grande intervalo de tempo em que as cadeiras pré-requisito e a disciplina em curso são realizadas.

Com a utilização de metodologias de aprendizagem ativa, no início das disciplinas que possuem pré-requisito, é possível sanar o problema apresentado. Para que os alunos possam lembrar os conteúdos antevistos, o professor pode apresentar um problema prático, seguindo a metodologia STEM, de modo que os alunos devem responde-lo utilizando os conhecimentos básicos para a disciplina em curso. Por exemplo, na primeira aula de concreto protendido e pré-moldado, após apresentar o plano de ensino, o professor expõe um problema prático, relacionado a disciplina, em que serão necessários os conhecimentos das cadeiras de mecânica dos sólidos, resistência dos materiais 1 e 2, análise de estruturas e estruturas de concreto. Os alunos, em grupos, deverão apresentar a solução deste problema nas aulas vindouras e o professor, caso a solução esteja errada, deve instruí-los para que os mesmos possam corrigir seus erros. O erro do grupo não deve penaliza-los. A utilização do método STEM para disciplinas pré-requisitos pode ser melhor representada através da Figura 1.

Figura 1 – Pré-requisito.

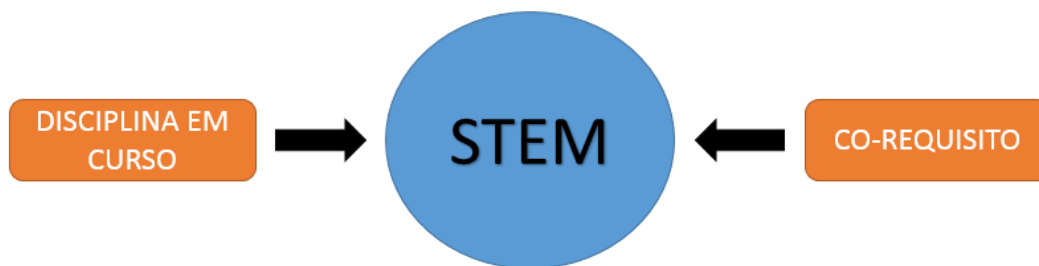


Fonte: Elaborado pelos autores

Disciplinas co-requisito são aquelas que necessitam uma da outra e são realizadas no mesmo período. Desta forma, o conhecimento básico é ensinado simultaneamente à sua aplicação, solucionando, assim, o problema em relação ao tempo de realização das disciplinas. Além disso, com o conhecimento básico recente na mente dos alunos, será mais fácil a compreensão de matérias mais aprofundadas. Como consequência de serem realizadas ao mesmo tempo, as disciplinas não poderão ser avaliadas continuamente, de modo que a falha em uma das disciplinas, resultaria na falha da outra.

Para a integração dessas disciplinas, é apresentado aos alunos no final do período, um problema, voltado ao mercado de trabalho que relacione-as, podendo, assim, mostrar aos alunos a relação direta entre as duas cadeiras e a aplicação das mesmas no cotidiano da engenharia. Por exemplo, caso estruturas de concreto 1 e estruturas de concreto 2 fossem disciplinas co-requisito, seria possível, ao final do período, a realização do dimensionamento completo de uma edificação. Seguindo a metodologia ativa de aprendizado, os alunos apresentariam o projeto ao professor e, caso não estivesse correto, o mesmo deve instruí-los para a correção dos seus erros. A utilização do método STEM para disciplinas co-requisitos pode ser melhor representada através da Figura 2.

Figura 2 – Co-Requisito.



Fonte: Elaborado pelos autores

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido a partir da implantação do STEM através de metodologias ativas de ensino na matriz curricular ofertada pelo curso de Engenharia Civil da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), tomando como base as disciplinas da área de estruturas.

O remanejamento das disciplinas ocorreu de forma a deixar mais próximos os conteúdos que estão diretamente ligados à sua aplicação prática, tornando-os co-requisitos. Além disso, realizou-se uma análise dos pré-requisitos, dispondo as cadeiras em uma ordem lógica de ensino. Para interligar as disciplinas co-requisitos, é proposto ao final das disciplinas, um problema cotidiano, seguindo a metodologia STEM, de forma que seja necessário o conhecimento das disciplinas que estão em curso simultaneamente. Já nas disciplinas que possuem pré-requisitos, é proposto um exercício no início da disciplina, no intuito que este aborde todos os conteúdos que já foram estudados, interligando-os e de forma que seja visível a sua aplicação na cadeira em curso. Estes problemas seriam resolvidos a partir das metodologias ativas de ensino, ou seja, o professor teria o papel de orientar os alunos, de forma que os mesmos possam corrigir seus erros.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

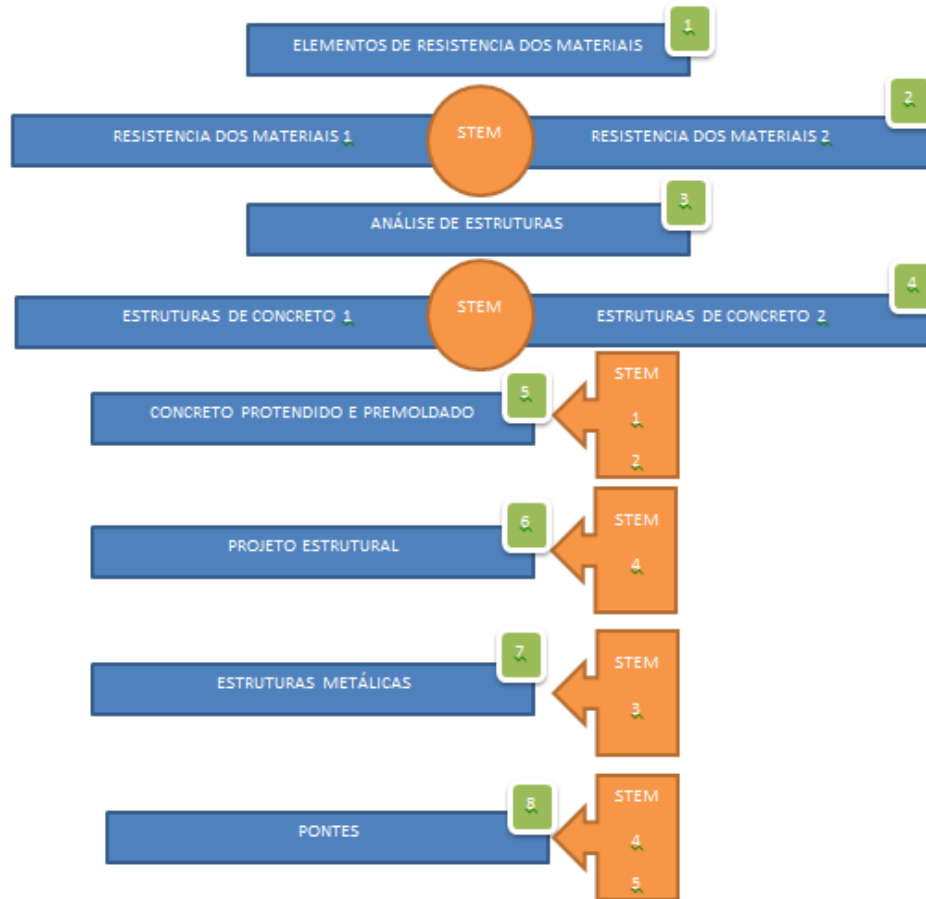
A partir da análise da matriz curricular atual do curso de Engenharia Civil da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), analisando a ementa de cada disciplina, apresentada no Quadro 1, foi possível a criação da nova matriz curricular, ilustrada na Figura 3.

Quadro 1 – Ementa das disciplinas de estruturas

Disciplinas	Ementa
Elementos de resistência dos materiais	Equilíbrio dos corpos rígidos. Esforços simples. Geometria das massas. Estudo de cabos flexíveis. Conceitos básicos de resistência dos materiais.
Resistência dos materiais 1	Tensão. Cisalhamento puro. Flexão pura. Flexão simples reta. Flexão oblíqua simples. Flexão oblíqua composta.
Resistência dos materiais 2	Métodos de energia. Torção. Flambagem de peças. Análise de tensões e deformações. Fadiga.
Análise de estruturas	Esforços seccionais em estruturas isostáticas. Cinemática dos corpos rígidos. Geometria dos deslocamentos. Deslocamento em estrutura isostática. Método dos esforços. Método dos deslocamentos.
Estruturas de concreto 1	Características mecânicas do concreto e do aço. Análise dos estados limites para dimensionamento de peças de concreto armado. Dimensionamento de seções retangulares sujeitas à flexão simples. Dimensionamento de vigas de seção transversal em forma de T. Dimensionamento da armadura transversal de seções submetidas à força cortante. Torção. Dimensionamento de lajes maciças retangulares.
Estrutura de concreto 2	Conceitos iniciais. Efeitos locais de segunda ordem. Dimensionamento da armadura em estruturas de concreto. Situações básicas e de cálculo e disposições construtivas. Fundações.
Estruturas metálicas	Identificação das propriedades dos aços estruturais; Lançamento da estrutura metálica; Avaliação das cargas atuantes nas estruturas; Verificação da estabilidade das peças estruturais e ligações; Determinação das deformações das estruturas metálicas.
Concreto protendido e premoldado	Conceitos básicos de protensão. Materiais, Equipamentos e técnicas usadas em concreto protendido. Procedimentos usados na execução de estruturas protendidas. Cálculo dos esforços solicitantes em estruturas protendidas. Perdas de protensão. Verificação dos estados limites: flexão e cisalhamento. Sistemas estruturais em concreto protendido. Conceitos básicos de estruturas pré-moldadas.
Pontes	Projeto de pontes em concreto armado; dimensionamento de lajes de pontes; dimensionamento das vigas principais; dimensionamento das transversinas; dimensionamento dos aparelhos de apoio; dimensionamento dos pilares; dimensionamento das fundações.
Projeto estrutural	Conceito de Projeto Estrutural assistido por computador; procedimentos e técnicas de elaboração de um projeto de um edifício de pequeno porte desde a fundação a cobertura, com a utilização do modelador estrutural; dimensionamento e detalhamento de estruturas de concreto armado em atendimento às normas vigentes; detalhes construtivos.

Fonte: Elaborados pelos autores

Figura 3- Nova matriz curricular



Fonte: Elaborado pelos autores

As disciplinas de resistência dos materiais 1 e resistência dos materiais 2, agora co-requisitos, foram postas de forma a possibilitar a realização de uma análise completa (todos os possíveis fenômenos físicos) de um elemento estrutural ao fim do período, possibilitando, assim, que o aluno visualize a integração das disciplinas. Para as disciplinas Estruturas de Concreto 1 e Estruturas de Concreto 2, teve-se o mesmo princípio, a partir deste modelo, é possível que o aluno realize o dimensionamento completo de uma edificação de concreto armado. Na cadeira de concreto protendido e pré-moldado, é necessário que o aluno possua em mente os ensinamentos passados nas cadeiras de Elementos de Resistência dos Materiais, Resistência dos Materiais 1 e 2 e Estruturas de Concreto 1 e 2. Como as cadeiras de estruturas de concreto são realizadas com um semestre de antecedência a esta, não há a necessidade de serem revisadas no início do período, sendo assim, revisadas apenas as cadeiras de Elementos de resistência e resistência dos materiais 1 e 2. A disciplina de análise de estruturas tem papel fundamental para a cadeira de Estruturas metálicas, sendo assim, revista no início da disciplina. A cadeira de pontes possui foco em construções de concreto, devido a isso, serão

exercitados no início da disciplina as cadeiras de concreto 1 e 2 e a cadeira de concreto protendido e pré-moldado.

## 5 CONCLUSÃO

Com o avanço dos estudos na área da educação, é possível visualizar que o sistema atual de ensino proposto na maioria das universidades brasileiras é ultrapassado. É notório o quanto a metodologia ativa de ensino pode contribuir para o bom desenvolvimento de um aluno, fato este que decorre do empenho do próprio aluno para solucionar problemas. A união disto com a metodologia STEM, possibilita que os estudantes compreendam como funciona o mercado de trabalho, capacitando-os ainda mais para este setor.

A implantação deste sistema pode ser feita de maneira simples, sem que haja grandes alterações na matriz curricular já existente. Fato este que deve servir de incentivo às universidades a buscarem inovar o seu sistema de ensino, possibilitando, assim, uma capacitação adequada dos seus alunos, afim de que se tornem profissionais de excelência.

### *Agradecimentos*

A Universidade de Fortaleza (UNIFOR) e ao Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) pela oportunidade acadêmica proporcionada por meio do programa de monitoria.

## REFERÊNCIAS

FRAUCHES, Celso. Educação Superior Comentada | Políticas, diretrizes, legislação e normas do ensino superior. Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior. **Coluna**. 04 jul. 2011. Disponível em: <<https://abmes.org.br/colunas/detalhe/255/educacao-superior-comentada-politicas-diretrizes-legislacao-e-normas-do-ensino-superior>>. Acessado em: 20 mar. 2018.

KAHNEMAN, Daniel. **Rápido e devagar**: duas formas de pensar. Tradução Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

WATKINS, J.; MAZUR, E. Retaining students in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) majors. **Journal of College Science Teaching**. v. 42, n. 5, 2013, p. 36-41, 2013. Disponível em: <<http://www.cssia.org/pdf/20000243-RetainingStudentsinSTEMMajors.pdf>>. Acessado em: 22 abr. 2018.

## AN ANALYSIS OF THE USE OF THE PREREQUISITE FOR THE ADEQUACY OF THE STEM METHOD IN THE DISCIPLINES OF STRUCTURAL ENGINEERING

**Abstract:** *During college, it is remarkable that, over the years, students forget content that is indispensable for certain subjects, making a bad return on the current class. In addition, it is a fact that, in many higher education institutions (HEIs), students can not see how the*

*contents studied work in practice, making it hard for they to learn . This work consists of the analysis of the curricular matrix, of disciplines related to structures calculation, of the civil engineering course of the University of Fortaleza (UNIFOR), aiming at arranging the disciplines so that the students have maximum return in them and can identify, through of real problems, their application in the market. To that end, the curricular matrix was reorganized, providing the disciplines in prerequisites and co-requisites, and the use of active methodologies combined with STEM education was implemented in the teaching system.*

**Key-words:** *Stem education, Prerequisite, Co-requisite, Active methodologies.*

Organização:



Realização:

