

MÉTODO DA ESPIRAL DE ENSINO (MEE) – UMA FERRAMENTA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA ENGENHARIA

TEACHING SPIRAL METHOD (MEE) - A TOOL FOR MEANING ENGINEERING LEARNING

Denizard Batista de Freitas^{1*}, Flávio Kieckow², Adriani Reichel Zilli¹

¹DECC – URI – Santo Ângelo – RS – Brasil

²PPGEnCT – URI – Santo Ângelo – RS – Brasil

Resumo: A atuação profissional do engenheiro depende muito das disciplinas profissionalizantes do curso. As deficiências de aprendizagem nessas disciplinas afetam o seu desempenho profissional. Um dos principais problemas no processo da sua formação universitária é a aprendizagem mecânica. Os métodos de ensino abordados nesse trabalho buscam a aprendizagem significativa, valorizando o processo de ensinagem em disciplinas profissionalizantes da Engenharia Civil. O MEE contempla a distribuição do conteúdo, a avaliação, a busca das causas e os planos para melhorias em dois ou três ciclos durante o semestre regular. São previstas avaliações do conhecimento por meio de mapas conceituais para identificar as lacunas de aprendizagem. Equipes Aleatórias e Desafios em Sala de Aula são metodologias utilizadas para estimular trabalhos compartilhados e o partilhamento do conhecimento entre os alunos. A aplicação destas metodologias de ensino nos últimos quatro anos tem melhorado a aprendizagem dos alunos manifestada no seu desempenho acadêmico.

Palavras Chaves: Aprendizagem significativa. Método da Espiral de Ensino. Avaliação do Aprendizado.

Summary: The professional performance of the engineer depends a lot on the professionalizing disciplines of the course. Learning disabilities in these subjects affect the professional performance. One of the main problems in the process of the engineer's university training is the mechanical learning. The teaching methods addressed in this work seek the meaningful learning, valuing the teaching process in professionalizing disciplines of Civil Engineering. The ESM contemplates content distribution, evaluation, root cause search and plans for improvement in two or three cycles during the regular semester. Knowledge assessments are planned through concept maps in order to identify learning gaps. Random Teams and Classroom Challenges are methodologies used to stimulate shared work and knowledge sharing among students. The application of these teaching methodologies in the last four years has improved student learning which was manifested in their academic performance.

Keywords: Meaningful learning. Teaching Spiral Method. Learning Assessment..

* denizardf@urisan.tche.br

1. Introdução

As disciplinas profissionalizantes de engenharia civil abordam os conhecimentos essenciais para o desempenho do futuro profissional. Os métodos de ensino, portanto, devem buscar técnicas para se obter a aprendizagem significativa de Ausubel (2000). A maioria dos professores dessas disciplinas tem a formação de engenheiros, especializados na área de conhecimento, mas sem formação acadêmica no ensino, em especial de teorias de aprendizagem

Os métodos de ensino abordados estão sendo aplicados em duas disciplinas profissionalizantes: Concreto Protendido e Concreto Armado I do curso de Engenharia Civil da URI Santo Ângelo.

A disciplina que trata do cálculo de estruturas em concreto protendido apresenta um alto nível de complexidade. Trata-se de uma tecnologia usada para solução de elementos estruturais (vigas) que suportam grandes estruturas e possuem grandes vãos entre as colunas. São exemplos as pontes, viadutos, prédios industriais e aeroportos. A utilização do Concreto Protendido reduz consideravelmente as dimensões dessas vigas (LEONHARDT, 1983).

A disciplina de Concreto Armado I trata dos cálculos de dimensionamento de vigas submetidas a esforços de flexão e pilares submetidos à compressão, assim como o dimensionamento e detalhamento da armadura na seção transversal desses elementos.

Segundo David Ausubel (2000), o aprendizado é significativo quando uma informação nova é construída a partir do conhecimento pré-existente no aprendiz. O conhecimento pré-existente é denominado de subsunçor. Essa relação de conhecimento é de forma não arbitrária. Ausubel diz que as condições para uma aprendizagem significativa são a predisposição para aprender, a existência de conhecimentos prévios adequados (subsunçores) e materiais potencialmente significativos. Sendo a variável mais importante o conhecimento prévio do aprendiz, porque aprendemos a partir do que já sabemos e dos esquemas de assimilação que já construímos.

Na posição extrema ao aprendizado significativo, David Ausubel considera o aprendizado mecânico, pois esse aprendizado refere-se ao relacionamento arbitrário e literal com a estrutura cognitiva do aprendiz. A memorização de fórmulas, conceitos ou rotinas acontece sem relação com informações existentes (arbitrário). A aprendizagem mecânica não tem significado para o aluno uma vez que é literal, é temporária. O aprendizado significativo e o mecânico são dois extremos de um contínuo (MOREIRA, 2010).

Para um engenheiro, é importante ter na base de conhecimentos, subsunçores que lhe permitam criar algo novo, buscar soluções diferentes para um problema, inovar um processo. A hierarquização desses subsunçores deve iniciar na sua formação acadêmica.

O termo ensinagem é usado para indicar uma prática social complexa efetivada entre professor e aluno, englobando tanto a ação de ensinar quanto a de apreender. Trata-se de uma ação de ensino da qual resulte a aprendizagem do estudante, superando o simples dizer do conteúdo por parte do professor, pois se sabe que na aula tradicional, onde há uma simples exposição de tópicos, só há garantia da citada exposição, não se pode afirmar se houve a

apreensão do conteúdo pelo aluno. Nessa superação da exposição tradicional como única forma de explicitar os conteúdos é que se inserem as estratégias de ensinagem.

As estratégias de ensino utilizadas pelos docentes devem ser capazes de motivar e de envolver os alunos ao ofício do aprendizado. Pimenta e Anastasiou (2002) concebem que “ao aprender um conteúdo, apreende-se também determinada forma de pensá-lo e de elaborá-lo, motivo pelo qual cada área exige formas de ensinar e de aprender específicas, que explicitem as respectivas lógicas”.

Dessa forma, este trabalho busca encontrar um método de ensino mais adequado para se obter um aprendizado significativo e eficaz, e aplicar ferramentas que facilitem o entendimento do conteúdo pelos estudantes.

2. Metodologia

2.1 Método da Espiral de Ensino

A Espiral de Ensino (FREITAS, 2014) é um método para planejamento de ensino que busca obter como resultado a aprendizagem significativa. O procedimento valoriza o processo de ensinagem (ensino + aprendizagem) da disciplina. O MEE avalia as lacunas de conhecimento em relação ao conteúdo da disciplina e as correções para que o estudante obtenha todo o conhecimento que necessita. O conteúdo é distribuído em ciclos que são materializados como radiais da Espiral de Arquimedes alterada. Cada ciclo de ensino tem um aprofundamento compatível com o conhecimento do aluno. As lacunas de aprendizado são identificadas por meio de mapas conceituais (MOREIRA, 2010) e vão reduzindo a cada ciclo. A situação ideal seria quando os passos da espiral chegassem à zero.

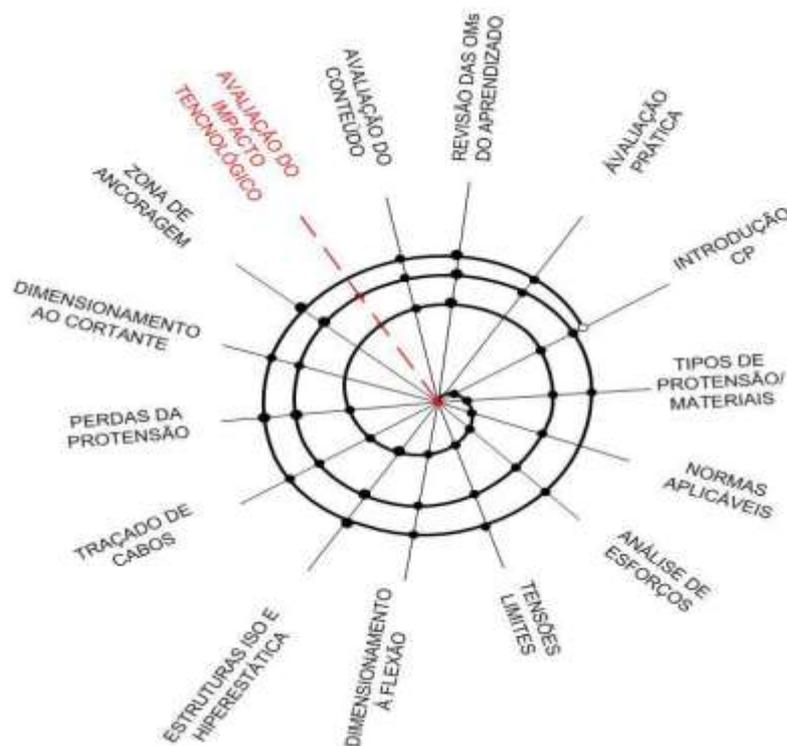
A Figura 1 mostra um exemplo da Espiral de Ensino na disciplina de Concreto Protendido da URI Santo Ângelo. Ela é traçada em três ciclos, simbolizando a linha do tempo, onde o início é o centro. Os eixos radiais descrevem os conteúdos da disciplina. A intersecção do eixo radial com a linha da espiral em cada ciclo é destacada por um pequeno ponto quando a atividade é desenvolvida naquele ciclo. A inexistência do ponto significa que, naquele ciclo, a atividade não é desenvolvida. Após a espiral de ensino é feito o detalhamento dos itens do conteúdo para cada ciclo, mostrado na Tabela 1.

A avaliação dos conceitos apreendidos é realizada em grupos formados aleatoriamente, usando mapas conceituais. A construção de mapas conceituais pelo grupo fortalece a discussão que é uma forma de construção de entendimento significativo do conteúdo. O motivo de formar grupos para a avaliação dos conceitos é possibilitar o partilhamento de conhecimento, agregando novo conhecimento mais facilmente, visto que a linguagem usada entre colegas gera um maior entendimento.

Na avaliação também é previsto identificar as não conformidades no aprendizado, nos conceitos e no processo pretendido. Essa atividade conta com a participação dos alunos, por meio de questionários, para identificação das causas das falhas no aprendizado. Por sua vez, as causas podem ser: sequência de apresentação dos conteúdos, conteúdo, aprofundamento do método, ambiente, inadequação da formação dos alunos, entre outras. As causas conhecidas

transformam-se em oportunidades de melhorias para o planejamento do próximo ciclo do conteúdo, ou no planejamento do próximo semestre de apresentação da disciplina.

Figura 1. Espiral de Ensino para a disciplina de concreto protendido.



Fonte: (FREITAS, 2014).

Tabela 1. Método para as aulas de concreto protendido.

ITEM	1º CICLO DA ESPIRAL	2º CICLO DA ESPIRAL
INTRODUÇÃO	Visão geral do CP, processo executivo, força e perdas	Técnicas da pré e pós-tensão. Critérios de Projeto
MATERIAIS	Aço e concreto para CP	Equipamentos e acessórios
DEFINIÇÃO TIPOS DE PROTENSÃO	Princípios da pré-tensão e pós-tensão	Elementos pré-moldados em CP
NORMAS APLICÁVEIS	Apresentação das Normas ABNT pertinentes	Critérios de Projeto
TENSÕES LÍMITES	Valores definidos pelas normas	Critérios de Projeto
DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO	Dim. seção, força e excentricidade	Dim. seção, força e excentricidade
ESTRUTURAS ISO E HIPERESTÁTICAS	Esforços de Flexão em vigas isostáticas.	Esforços de Flexão em vigas isostáticas.
TRAÇADO DE CABOS	Cabo resultante	Cabo resultante
PERDAS DA PROTENSÃO	Imediatas para o cabo resultante	Imediatas e deferidas cabo resultante

ESFORÇO CORTANTE		Dimensionamento com cabos curvos
ZONA DE ANCORAGEM		Noção de distribuição de placas ativas
AVALIAÇÃO DO IMPACTO TECNOLÓGICO	Noções de sustentabilidade e impacto tecnológico	Avaliação do impacto tecnológico consequentes do processo de protensão
AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO	Lacunas: Percepção do método e funcionamento do CP; linguagem do professor. Ações corretivas: Objeto de aprendizagem; Compartilhamento.	Fluxogramas ou mapas conceituais feitos em sala, com acompanhamento, (grupos 4 à 5)
REVISÃO DAS OMs DO APRENDIZADO	Identificação com a turma das lacunas de aprendizado, reforço e revisão do próximo ciclo	Ações corretivas eficazes
AVALIAÇÃO PRÁTICA (PROVA)		Avaliação individual e análise das lacunas de aprendizado para correção no próximo semestre

Fonte: (FREITAS, 2014).

2.2 Equipes Aleatórias e Desafio em sala de aula

A metodologia é focada em trabalhos compartilhados, visando maior interação entre os estudantes e partilhamento de informações. O compartilhamento de informações torna-se elucidativo para os alunos que nem sempre entendem a linguagem do professor. A cultura de cada estudante determina a facilidade do aprendizado significativo, o que leva a troca de informações entre seus pares favorecer o entendimento. Equipes Aleatórias visa trabalhos em grupos (FREITAS; SANTOS; KIECKOW, 2013) com distribuição aleatória.

Desafios em sala de aula são atividades conjuntas envolvendo toda classe, onde são lançados desafios na forma de resolução de exercícios do conteúdo. Normalmente alunos destaques aceitam desafios. A recomendação é identificar uma dupla voluntária com potencial para desenvolver a lógica de solução dos exercícios em conjunto com toda classe. A disciplina usada para a aplicação é Estruturas de Concreto Armado I, do sétimo semestre do curso de Engenharia Civil.

3. Resultados e Discussão

A disciplina de Concreto Protendido é semestral, sendo permitida a realização dos dois ciclos da espiral planejada. As oportunidades de melhorias identificadas em aplicações anteriores foram: a dificuldade da percepção da relação entre as três variáveis de dimensionamento, e o entendimento da linguagem de projeto usada pelo professor.

A ação corretiva para a primeira situação foi a elaboração de um objeto de aprendizagem, programado no *software* Autocad 2012, associando as fórmulas analíticas com a saída gráfica da seção transversal de uma viga protendida. O objeto permite ao aluno, de forma interativa, visualizar graficamente o efeito da força, traçado do cabo e características geométricas.

A outra oportunidade de melhoria de destaque foi o entendimento da linguagem técnica de projeto usada pelo professor. A ação corretiva foi a intensificação de trabalhos em grupos para partilhamento da informação (NOVOA, 2004) em linguagem compatível com as bases dos alunos, facilitando a transformação das informações em conhecimento (AUSUBEL, 2000).

Os resultados apresentados na forma de desempenho dos alunos na Tabela 2 motivaram uma nova aplicação do MEE na disciplina de Concreto Protendido no primeiro semestre de 2017.

Tabela 2. Análise comparativa entre as últimas turmas de Concreto Protendido.

Ano	Nº de alunos	Média Geral	Alunos em exame (%)	Observações
2007	16	6,60	44	
2008	7	8,00	0	Turma pequena
2009	20	7,50	35	
2010	16	6,90	56	
2011	20	8,60	0	1º aplicação
2012	35	8,00	3,7	
2013	42	7,76	19,2	
2014	27	7,23	22,2	
2015	39	7,62	12,8	
2016	40	8,64	2,5	

Fonte: Secretaria Geral - URI Santo Ângelo.

É constatado que o planejamento do conteúdo e do método de ensino deve ser sempre adaptado à formação dos alunos. O domínio do professor sobre o conteúdo é fundamental, entretanto, por mais que tenha esse domínio, deve sempre ouvir a voz do aluno, porque sempre traz oportunidades para melhoria na metodologia de ensino. A atividade de avaliação conceitual, feita em grupos, possibilita a circulação do professor entre os grupos ouvindo ou respondendo dificuldades, enriquecendo o entendimento do que está sendo absorvido. A compreensão, por parte do professor, de como é absorvida a forma de ensinar, permite a aquisição de subsídios para melhorias do plano de ensino.

Equipes Aleatórias e Desafio em sala de aula tiveram aplicação no primeiro semestre de 2016, na disciplina de Concreto Armado I. Com base nos resultados obtidos é possível fazer uma avaliação prévia da eficácia das atividades propostas no aprendizado dos estudantes em sala de aula. A Tabela 3 apresenta as médias gerais e percentuais de exames por turma nos últimos anos. Nova aplicação está em andamento com turmas do primeiro semestre de 2017.

Tabela 3. Análise comparativa entre turma de estrutura de Concreto Armado I.

Ano	Nº de alunos	Média Geral	Percentual de exames (%)
2013	42	7,76	19,2
2014	27	7,23	22,2
2015	39	7,62	12,8
2016	26	8,03	4,3

Fonte: Secretaria Geral - URI Santo Ângelo.

Os estudantes das turmas em aplicação dos métodos, de Concreto Protendido e Concreto Armado I, realizaram um exercício de revisão em grupo, nas primeiras aulas do semestre, onde os componentes foram escolhidos aleatoriamente. Na aula posterior, foi solicitado que respondessem um questionário, avaliando a atividade, seus pontos positivos e sugestões de melhorias. A questão de avaliação do aprendizado no trabalho em grupo forneceu um valor médio qualitativo, dessa forma a turma de Concreto Protendido avaliou a atividade com uma nota de 8,76, e a turma de Concreto Armado I com uma nota de 9,3.

4. Considerações finais

A análise da aplicação do Método da Espiral de Ensino possibilita a apresentação de algumas considerações no que se refere ao ensino e a aprendizagem significativa.

Observa-se que a avaliação qualitativa do conteúdo com os alunos, pelo menos duas vezes no semestre, fornece subsídios para adequações de técnicas de ensino. Essas avaliações permitem a percepção do professor no que se refere ao aprendizado significativo do aluno.

É constatado que o planejamento do conteúdo e do método de ensino devem ser sempre adaptados à formação dos alunos. O domínio do professor sobre o conteúdo é fundamental, entretanto, por mais que tenha esse domínio, deve sempre ouvir a voz do aluno, porque sempre traz oportunidades para melhoria na metodologia de ensino.

A atividade de avaliação conceitual, feita em grupos, possibilita a circulação do professor entre os grupos ouvindo ou respondendo dificuldades, enriquecendo o entendimento do que está sendo absorvido. A compreensão, por parte do professor, de como é absorvida a forma de ensinar, permite a aquisição de subsídios para melhorias do plano de ensino.

É proposta uma metodologia para a ensinagem (ensino e aprendizagem). Todavia deve ser lembrado que uma sala de aula é plena de emoção. O professor de engenharia deve ter consciência que o aprendiz assimila o que lhe foi feito sentir, emocionar, perceber.

O desafio à sala de aula mostra-se motivador e mobilizador. A motivação deve-se ao fato do grupo estar sendo desafiado, criando-se uma divisão de expectativas entre os que esperam que o problema seja resolvido pelos desafiados e os que esperam o fracasso dos que estão em destaque. A mobilização é resultado do envolvimento do grupo favorável à solução do problema no apoio dos desafiados. Ao passo que os opositos buscam as informações do conhecimento correto para resolver os desafios. Constata-se que este método simples apresenta a preferência

nas turmas consultadas. Favorece também a ensinagem pela oportunidade de participação do professor em tópicos identificados como lacunas de aprendizado nos alunos em particular e no conjunto.

5. Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições técnicas, 2000.

FREITAS, D. B.; SANTOS, A. V.; KIECKOW, F. **O Ensino e a Avaliação do Aprendizado: uma Aplicação do Método da Espiral de Ensino**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41, 2013, Gramado. Anais... Gramado: UFRGS.

FREITAS, D. B. Universidade Regional Integrada, Programa de Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico. **Melhoria do Ensino e da Aprendizagem na Disciplina de Concreto Protendido**. 2014, 66p. Dissertação (Mestrado).

LEONHARDT, Fritz, Construção de concreto: vol.5: **concreto protendido**; tradução João Escosteguy Merino. Rio de Janeiro: Interciência, 1983.

MOREIRA, Marco A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

NÓVOA, António. **Currículo e Docência: a pessoa, a partilha, a prudência** In: MAZALLA, Wilson Jr (Dir. G.). Vários autores: Campinas, 2004. Capítulo 1.

PIMENTA, Selma Garrido; ANASTASIOU, Lea das Graças Camargos. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2002.