



## APLICAÇÃO DO MÉTODO ESPIRAL DE ENSINO (MEE) - 3º CICLO

**Denizard Batista de Freitas** – denizardf@urisan.tche.br

URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Departamento das Engenharias e Ciência da Computação  
Av. Universidade das Missões, 464  
CEP 98802-470 – Santo Ângelo – RS

**Flávio Kieckow** – fkieckow@urisan.tche.br

URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Departamento das Engenharias e Ciência da Computação  
Av. Universidade das Missões, 464  
CEP 98802-470 – Santo Ângelo – RS

**Adriani Reichel Zilli** – adrianizilli@hotmail.com

URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Departamento das Engenharias e Ciência da Computação  
Rua Padre Anchieta, 3068  
CEP 98803200 – Santo Ângelo – RS

**Resumo:** *A formação profissional do futuro engenheiro depende diretamente das disciplinas profissionalizantes ministradas nos últimos semestres dos cursos de engenharia. As falhas de aprendizagem neste período irão se manifestar no desempenho profissional deste engenheiro no mercado de trabalho. Essas lacunas no conhecimento nem sempre são notadas durante a formação acadêmica. Os métodos de ensino abordados nesse trabalho buscam obter como resultado a aprendizagem significativa desenvolvida por Ausubel e valorizam o processo de ensinagem nas disciplinas. O Método Espiral de Ensino (MEE), aplicado na disciplina de Concreto Protendido, contempla a distribuição do conteúdo, a avaliação, a busca das causas e o plano para melhorias em dois ou três ciclos para um semestre. O MEE contempla avaliações do conhecimento dos alunos por meio de mapas conceituais para identificar as lacunas de aprendizagem. As causas das não conformidades do aprendizado são buscadas, fazendo ações corretivas no processo de ensino com a participação dos alunos, buscando a melhoria contínua do processo. As metodologias de formação de Equipes Aleatórias e de Desafios em Sala de Aula, aplicadas na disciplina de Concreto Armado I, têm como foco trabalhos compartilhados e desafios para os estudantes na forma de aplicações práticas. Ambas metodologias tiveram aplicação em anos anteriores e estão em aplicação no primeiro semestre de 2017. O desempenho dos alunos tem se mostrado superior nos semestres de aplicação destes métodos.*

**Palavras-chave:** *Aprendizagem significativa, Método Espiral de Ensino, Avaliação do aprendizado.*



## 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 são engenheiros, especializados em conteúdo específico da engenharia civil, no entanto, sem formação na área de educação e, muitas vezes, sem conhecimento de teorias de ensino voltadas para a aprendizagem.

A experiência aqui relatada baseia-se no método da Espiral de Ensino e na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (FREITAS, SANTOS e KIECKOW, 2013). A aplicação dá-se em duas disciplinas profissionalizantes da engenharia Civil: Concreto Protendido e Concreto Armado I.

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. Tais estruturas, como pontes, viadutos, prédios industriais e aeroportos possuem grandes vãos entre as colunas. A utilização do concreto protendido reduz consideravelmente as dimensões dessas vigas (LEONHARDT, 1983).

O Concreto Armado I trata de cálculos de dimensionamento em 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.

Em oposição ao aprendizado significativo está o aprendizado mecânico, pois esse 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. Segundo Moreira (2010) o aprendizado significativo e o mecânico são dois extremos de um contínuo.

Esse é o principal problema a ser trabalhado nesse artigo. A maioria dos engenheiros que atuam como professores desenvolvem as suas aulas seguindo uma linha de aprendizagem mecânica. Esse processo de ensino tem o seu maior impacto na atuação deste profissional no mercado de trabalho.

Para um engenheiro, é importantíssimo ter uma boa base de conhecimentos, subsunçores que lhe permitam criar algo novo, buscar soluções diferentes para um problema e inovar um processo. A hierarquização desses subsunçores deve iniciar na sua formação acadêmica, por isso a importância de se trabalhar a aprendizagem significativa.

De acordo com Ausubel, o planejamento didático deve levar em conta quatro princípios: a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, a organização sequencial e a consolidação. A diferenciação progressiva consiste em colocar, no início da disciplina, os conceitos mais gerais e inclusivos, inserindo progressivamente a diferenciação das



especificidades. A reconciliação integrativa consiste em identificar a relação entre os conteúdos apresentados, tais como as semelhanças e diferenças. A organização sequencial consiste em estabelecer a ordem de apresentação lógica, atendendo aos dois princípios anteriores, atentando para as relações de dependência lógica dos conteúdos. E a consolidação é o princípio da insistência no material ensinado antes que novo material seja apresentado. Podem ser utilizados os objetos de aprendizagem, os exercícios e os organizadores avançados.

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”.

## 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 se dá quando os passos da espiral forem zero, ou seja, o raio não se altera.

A Figura 1 mostra um exemplo da Espiral de Ensino da disciplina de concreto protendido na 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, como mostrado na Tabela 1.



Figura 1 - Espiral de Ensino para a disciplina de concreto protendido.  
 Fonte: (FREITAS, 2014).

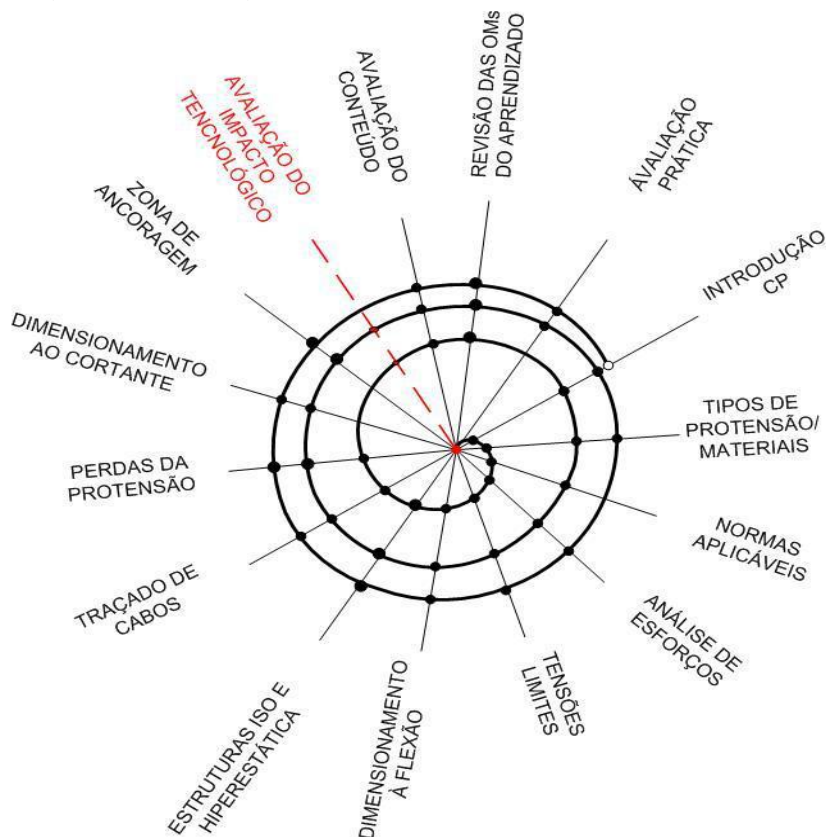


Tabela 1 - Método para as aulas de concreto protendido.  
 Fonte: (FREITAS, 2014).

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 LIMITES	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

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 conhecimento significativo do conteúdo. O motivo de formar grupos para a avaliação dos conceitos é possibilitar o compartilhamento de conhecimento, agregando novo conhecimento, visto que a linguagem usada entre colegas é de mais fácil 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 lacunas de 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.

## 2.2 Equipes Aleatórias e Desafio em sala de aula

O método é focado em trabalhos compartilhados, visando maior interação entre os estudantes e compartilhamento 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 e KIECKOW, 2013) com distribuição aleatória.

O Desafio em sala de aula são atividades conjuntas de toda classe, onde são lançados desafios na forma de resolução de exercícios do conteúdo, visando a aplicação nas futuras





atividades do engenheiro. Normalmente alunos destaques aceitam os desafios. A recomendação é identificar uma dupla ou trio voluntários, ou indicados pela turma, com potencial para desenvolver a lógica de solução dos exercícios com a participação de toda classe. A disciplina usada para a aplicação é Estruturas de Concreto Armado I, do sétimo semestre do curso de Engenharia Civil da URI Santo Ângelo.

### 3. RESULTADOS E ANÁLISE

A disciplina de Concreto Protendido é apresentada em um semestre, sendo permitida a realização de dois ciclos da espiral planejada. As oportunidades de melhorias principais identificadas em aplicações anteriores foram a dificuldade da percepção da relação entre as três variáveis de dimensionamento e entendimento da linguagem de projeto usada pelo professor. A causa identificada é o método de apresentação das relações entre as variáveis. A ação corretiva 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 visualizar graficamente as consequências interativas das alterações 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 compartilhamento da informação (NOVOA, 2004) em linguagem compatível com as bases dos alunos, facilitando a transformação das informações em conhecimento (AUSUBEL, 2000).

Os bons resultados do desempenho dos alunos obtidos em aplicações anteriores motivaram a uma nova aplicação do Método da Espiral de Ensino na disciplina de Concreto Protendido no primeiro semestre de 2017. O indicador observado tem sido o desempenho acadêmico dos alunos, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise comparativa de desempenho entre as últimas turmas de Concreto Protendido.  
Fonte: Secretaria Geral - URI Santo Ângelo.

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	

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. Outra aplicação está em andamento com as turmas do primeiro semestre de 2017.

Tabela 3 - Análise comparativa entre turma de estrutura de Concreto Armado I.  
Fonte: Secretaria Geral - URI Santo Ângelo.

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

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.

## 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 à 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. 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

## APPLICATION OF THE SPIRAL TEACHING METHOD (STM) – 3<sup>rd</sup> CYCLE

**Abstract:** The professional formation of the future engineer depends directly on the professional disciplines taught in the last semesters of the engineering courses. The learning failures in this period will manifest in the professional performance of this engineer in the job market. These gaps in knowledge are not always noticed during academic training. The teaching methods addressed in this work seek to obtain as a result the significant learning developed by Ausubel and value the teaching process in the disciplines. The Spiral Teaching Method (STM), applied in the discipline of Proposed Concrete, includes the distribution of content, assessment, the search for causes and the plan for improvements in two or three cycles for a semester. The STM includes assessments of student knowledge through conceptual maps to identify learning gaps. The causes of nonconformities of learning are sought, taking corrective actions in the teaching process with the participation of the students, seeking the continuous improvement of the process. The methodologies for the formation of Random Teams and Classroom Challenges, applied in the discipline of Armed Concrete I, focus on shared work and challenges for students in the form of practical applications. Both



Joinville/SC – 26 a 29 de Setembro de 2017  
UDESC/UNISOCIESC  
“Inovação no Ensino/Aprendizagem em Engenharia”



**COBENGE 2017**  
XLV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

methodologies have been applied in previous years and are in application in the first half of 2017. The performance of the students has been superior in the semesters of application of these methods.

***Key-words:*** *Spiral Teaching Method. Meaningful Learning. Assessment of Learning.*

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção



Associação Brasileira de Educação em Engenharia