

## **USO DA PLANILHA EXCEL COMO SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

*USE OF THE EXCEL WORKSHEET AS A TEACHING SEQUENCE  
IN TEACHING ASPHALT PAVING*

Valter Antônio, SENGER<sup>1</sup>  
Rozelaine de Fatima, FRANZIN<sup>2</sup>  
Antonio Vanderlei dos, SANTOS<sup>3</sup>

### **Resumo**

Os conhecimentos relacionados à temática da pavimentação muitas vezes são repassados de forma convencional na graduação, utilizando-se de planilhas pré-estabelecidas para a compilação de dados, o que torna moroso e cansativo o uso dessas técnicas para docentes e discentes. Dessa forma, o trabalho justifica-se pela otimização do tempo e pela minimização de erros no desenvolvimento das práticas no ensino que se utiliza de laboratório. Para tanto, tem-se como objetivo a elaboração de sequência de atividades com planilhas Excel capazes de compilar dados, obter resultados com maior rapidez, com menor probabilidade de erros e de modo mais eficiente ao ensino-aprendizagem do aluno. Percebe-se a dificuldade no ensino de conteúdos relacionados a essa temática, visto que docente, laboratorista e alunos têm a tarefa de construir juntos conhecimentos. As dificuldades encontradas pelos acadêmicos do curso de Engenharia Civil, público-alvo desta pesquisa, em assimilar e encontrar os resultados, bem como a tomada de decisões baseadas em compilações realizadas de forma manual, geram um certo receio quanto à sua exatidão. A metodologia utilizada é de natureza aplicada e, quanto ao objetivo, normativa, já para a sequência didática foi usada a metodologia de Dolz, Noverraz e Schneuwly (ano). Este estudo tem como resultado a aplicação de uma sequência didática com a qual os discentes poderão interagir durante o processo de ensino-aprendizagem, oferecendo a possibilidade de simulações de dosagem, gráficos e tabelas, tornando mais eficientes e eficazes as atividades relacionadas aos ensaios laboratoriais com a pavimentação asfáltica.

**Palavras-chave:** Pavimentação asfáltica; Laboratório; Ensino de engenharia.

---

<sup>1</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. E-mail: valter.senger@iffarroupilha.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. E-mail: rozelaine@santoangelo.uri.br

<sup>3</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. E-mail: vandao@san.uri.br

## **Abstract**

The knowledge related to the theme of paving is often passed on conventionally in undergraduate courses, using pre-established spreadsheets for the compilation of data, making it time-consuming and tiring for teachers and students to use these techniques. Thus, the work is justified by the optimization of time and minimization of errors in the development of teaching practices using the laboratory. Therefore, the objective is to develop a sequence of activities with Excel spreadsheets, capable of compiling data, obtaining results more quickly, with less likelihood of errors and more efficiently teaching student learning. It is perceived that there is difficulty in teaching content related to this theme, since teachers, laboratorists and students have the task of building knowledge together. The difficulties encountered by the students of the Civil Engineering course, the target audience of this research, in assimilating and finding the results, as well as making decisions based on manual compilations, generates a certain fear as to its accuracy. The methodology used is of an applied nature and as for the normative objective, for the didactic sequence the Dolz, Noverraz and Schneuwly methodology was used. This study results in the application of a didactic sequence with which the students will be able to interact during the teaching-learning process, offering the possibility of dosage simulations, graphs and tables, making the activities related to the laboratory tests with the asphalt pavement more efficient and effective.

**Keywords:** Asphalt paving; Laboratory; Engineering teaching.

## **Introdução**

Hoje vivemos em constantes transformações que afetam de uma forma ou de outra a área de ensino quanto à modificação de hábitos no exercício docente, bem como nas relações diárias dentro dos espaços das Instituições. Entendem-se como as principais facetas do Ensino o, intercâmbio, discussões, construção de ideias e formação de costumes, os quais necessitam ter como ponto de partida a formação ética e a proposta de construções de novas visões, a constante procura pela justiça social e também a luta pela igualdade (SOUZA, 2003).

Os personagens envolvidos na conjuntura educacional: docente, discente e objeto de aprendizagem, precisam estar sintonizados e conectados numa relação coesiva, no qual o docente responsável pela formação deva atuar como um facilitador dentro do processo de ensino-aprendizagem, sem deixar de considerar os conhecimentos que os estudantes já carregam consigo, da mesma forma que os que ainda necessitam adquirir para complementar suas formações (dos SANTOS; MEGGIOLARO, 2020).

Conhecer os processos cognitivos envolvidos para a resolução de diferentes tarefas durante o processo da aprendizagem vem por contribuir ao discente e ao docente de forma que possam otimizar seus trabalhos. Assim, pretendemos auxiliar com o que se acreditava existir, agregando à influência do meio sobre o indivíduo, indo contra a teoria de que os conhecimentos trazidos pelas experiências individuais dos estudantes não eram considerados, acreditando que só era possível formar um aprendiz eficaz se os mesmos fossem efetivamente ensinados por alguém.

Atualmente, valoriza-se muito a qualidade dos serviços prestados vinculados à rapidez de execução, juntando-se a isto, tem-se a evolução tecnológica que, além de proporcionar um rápido acesso aos mais variados conhecimentos, dá apoio às mais diversas áreas profissionais, tendo como base fundamental a lógica e a precisão.

Neste sentido, faz-se necessário se utilizar desta tecnologia nas atividades didáticas durante as práticas de laboratório como forma de agilizar os resultados, minimizando os erros de cálculo ocasionados pela falha humana. Sendo assim, o trabalho justifica-se por desenvolver uma ferramenta que possa auxiliar no processo de formatação dos resultados obtidos durante a execução dos ensaios de laboratório em atividades relacionadas à Pavimentação Asfáltica.

Desta forma, pretende-se tornar possível a redução e/ou eliminação dos erros de cálculo durante as atividades práticas, de forma a otimizar o tempo dos discentes bem como auxiliá-los no desenvolvimento dos ensaios através de uma sequência lógica e organizada, proporcionando maior precisão na obtenção dos resultados. Por intermédio desta prática, pretende-se também permitir a organização dos procedimentos de ensaio e a interação entre aluno e professor. Auxiliando no processo de ensino-aprendizagem de forma significativa (LUCCA et al., 2021). Portanto, possibilitando aos alunos desenvolver atividades relacionadas às camadas de revestimento da pavimentação asfáltica.

Tendo em vista as dificuldades vivenciadas durante as práticas laboratoriais, ao construir os conhecimentos relacionados aos ensaios envolvendo camadas de revestimentos asfálticos, que foram ministrados junto ao curso de graduação em Engenharia Civil, a sequência didática foi elaborada usando planilhas em *Excel* capazes de auxiliar na formatação, compilação, graficação e interpretação de dados (ARAÚJO, 2013). Auxiliando tanto os docentes quanto os discentes e técnicos do laboratório da Instituição envolvidos com a área durante as atividades práticas, acabando por otimizar o tempo gasto na realização das tarefas.

Alguns fatores estão diretamente relacionados às características que se pretende atingir com a utilização da sequência didática. Para tanto, se faz necessário considerara percepção, atenção, motivação, precisão, materiais e objetivos a serem utilizados e alcançados, proporcionando a elaboração de sínteses e conclusões, fazendo a compilação e avaliação das conclusões, bem como a capacidade de discussão dos resultados com maior grau de precisão.

Sendo assim, torna-se necessário compreender o funcionamento do aplicativo digital a ser utilizado, e os ensaios relacionados à área, facilitando os entendimentos, que algumas vezes são abstratos, contribuindo com para que os alunos tenham uma melhor compreensão dos conceitos através da prática, por tabelas de simulação e gráficos.

## **Aporte teórico**

### ***Tecnologia no ensino-aprendizagem***

Na Educação sempre se fez uso das tecnologias, obviamente que cada qual à sua época. Desde as lousas de pedra ao caderno em papel, da criação do giz, máquina de mimeógrafo, retroprojeto, xérox, até a atualidade com a utilização de computadores, *datashow*, *internet*, entre outros, mas todas voltadas ao processo de Ensino, considerando a contínua evolução tecnológica.

Segundo Newman e Latif (2020), Vygotsky já defendia a utilização de instrumentos mediadores na construção do conhecimento institucional para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Ausubel a aprendizagem significativa não despreza as possibilidades disponíveis no meio e somando estas ao conhecimento próprio que cada indivíduo traz consigo (WILIAMS, MAREK, 2020). Para o autor, a utilização de ferramentas de apoio, permite que se desenvolva a aprendizagem de forma significativa, despertando no aluno o estímulo e a motivação, fazendo com que busque o conhecimento pelo seu interesse próprio.

Quanto a se pensar na utilização de meios tecnológicos na concepção de ensino, há de se entender que com a modificação das características impostas pela sociedade, torna-se imprescindível utilizar-se das tecnologias da informação também nas escolas. O computador, sob uma visão construtivista, representa uma importante capacidade evolutiva quando utilizado como sequência didática pedagógica, já dizia Valente (1995), tanto na construção do novo, como para a resolução de problemas.

Não se pode mais fugir da utilização destes meios, haja visto que, tudo gira entorno de ferramentas digitais. Afinal, todo um aparato tecnológico vem sendo introduzido no mercado e automaticamente vai se incorporando nas atividades do cotidiano dos indivíduos, não diferenciando faixa etária ou classe social.

Para Piaget a ação do sujeito sobre o mundo e a maneira como o processo de construção interna acontece é uma das chaves principais do desenvolvimento (BABAKR, 2019). Desta forma, se atribui ao discente o papel principal no processo de ensino-aprendizagem, aferindo ao docente a função de facilitador, devendo este criar um ambiente que proporcione ao aluno resolver situações desafiadoras utilizando-se de suas próprias descobertas enriquecidas pela orientação do professor, desenvolvendo o aprendizado de forma participativa.

Ao longo de suas pesquisas sobre a teoria psicogenética Piaget evidenciou os processos pelos quais o sujeito pensa (mesmo sem ser “ensinado”), aprendendo através de atividades inter-relacionadas com o meio (LA TAILLE, OLIVEIRA, DANTAS, 1992). Desta forma, as Instituições de Ensino não podem mais ser o local onde se busca o conhecimento pelo processo convencional de transferência de informações, isto hoje se consegue em casa, basta ter um equipamento ligado ao sistema mundial de rede. Porém cabe, as Instituições de Ensino ser um lugar onde se proporcione e oportunize a reflexão, o pensar, a construção de ideias e conceitos, a discussão e a troca de experiências.

Diante deste quadro, entende-se que todos estão inseridos no processo de ensino-aprendizagem, fazendo parte das transformações e mudanças, de forma que a comunicação instantânea esteja intrínseca no cotidiano da vida diária de cada indivíduo, sendo necessário que as Instituições de Ensino passem a repensar seus métodos.

Há de se entender que, simplesmente utilizar os recursos tecnológicos no decorrer das atividades não significa que se está construindo a aprendizagem, se faz necessário, portanto, utilizá-la com eficiência e qualidade dependendo das propostas com as quais pretende-se interpretá-la e não apenas trocando o quadro para a lousa digital, correndo o risco de utilizar a tecnologia como um instrumento e não uma ferramenta.

Gracias (2000), alerta sobre a importância de não fazer se simplesmente a troca do caderno pelo computador.

Embora a presença do computador na sala de aula possa promover um encantamento inicial e motivação dos alunos, esse clima logo acabará se o professor não desenvolver um plano de atividades que os tire da passividade (GRACIAS, 2000, p. 10).

A tecnologia deve ser tratada como uma sequência didática capaz de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e não ser utilizada como um transmissor de conhecimentos ou um passa-tempo.

Nesse sentido, Maltempi (2006) destaca que a tecnologia pode ser considerada uma sequência didática de ensino, desde que o professor prepare o ambiente de aprendizagem do qual ela fará parte, sendo que, o ambiente deve ser motivador e desafiador, no qual o discente possa buscar, refletir e criticar o conhecimento construído com o auxílio do computador.

Assim, entende-se que as escolas devem investir tanto na utilização quanto na exploração dos meios tecnológicos, fazendo uso dos recursos disponíveis, tanto quanto possíveis, oportunizando aos alunos apropriarem-se dessas tecnologias, de maneira que venha a contribuir com a construção do conhecimento. No caso específico da proposta deste estudo, fazer uso da planilha *Excel* em atividades de laboratório na área de conhecimento de pavimentações asfálticas.

Cabe ao docente, então, integrar o uso das tecnologias ao conhecimento trabalhado, proporcionando aos discentes, oportunidades de criar, experimentando variações, formatando tabelas, compilando dados e gerando gráficos, desafiando seus próprios limites na construção de uma melhoria contínua através da reflexão e investigação.

Conforme Pais (2008), nos ambientes onde ocorre a interação, os docentes necessitam valorizar a prática em relação aos processos de aprendizagem, ampliando as oportunidades de maneira a atingir a ampliação dos saberes pela busca e construção.

[...] se o seu uso for realizado a partir de certas condições pedagógicas, pode ampliar as oportunidades de aprendizagem do usuário, além de contribuir na estruturação de um raciocínio diferenciado em termos de eficiência, rapidez, precisão e o uso racional da automação. Nesse caso, os benefícios da tecnologia podem ser reinvestidos em favor do próprio conhecimento, possibilitando uma continuidade no encadeamento de novos saberes (PAIS, 2008, p. 106).

Dito isto, é necessário, além de oportunizar aos discentes os meios, preparar os docentes para fazerem uso dessas tecnologias de modo que possam atuar como orientadores na construção dos saberes.

## **EXCEL COMO SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENSINO**

O uso da tecnologia na Educação cada vez mais tende a aumentar, em vista das facilidades de recursos, como o *Excel* e de aplicativos desenvolvidos para atividades profissionais (PONTES; GUIMARÃES, 2021).

Sendo assim, os educadores têm por obrigação das exigências de mercado inserir a tecnologia no ambiente de aprendizagem, como forma de preparar os futuros profissionais para interagir com essas ferramentas de uso diário nas atribuições corriqueiras de trabalho.

O *Excel* é um *software* desenvolvido para criar tabelas, calcular e analisar dados, também com a possibilidade de proporcionar a inserção de dados estatísticos e numéricos, bem como a geração de gráficos e a interligação de várias planilhas. As planilhas são constituídas por células que se encontram organizadas em linhas e colunas, tornando possível o uso do programa dinâmico, tendo uma interface atrativa e vários recursos para o usuário criar, abastecer ou simplesmente utilizar a ferramenta.

Segundo Moura (2007):

É amplamente conhecido que o aplicativo Excel possui recursos para organização e tratamento estatístico de dados, bem como apresentação de resultados em forma de tabelas e gráficos. A realização de cálculos simples é familiar para a comunidade tecnológica (MOURA, 2007, p. 12).

O Excel não necessita de qualificação para manuseá-lo, tornando-o um excelente material de apoio para aplicação na área de Engenharia, sendo conveniente e eficaz no ensino em cursos de graduação (MOURA, 2007).

Tendo sua ampla disponibilidade, pela sua facilidade de uso em função das variáveis nomeadas, da interação com a biblioteca de funções inseridas no programa, sua portabilidade, a capacidade de integração com outras ferramentas, sua expansibilidade, pela abrangência e simplicidade, o programa se mostra como um eficaz recurso para incentivar da aprendizagem.

Acompanhando essa tendência, pretende-se com esta pesquisa mostrar que as planilhas *Excel* podem ser utilizadas como sequência didática, tornando-se um excelente subterfúgio para se utilizar em aplicações práticas na engenharia (nesse caso em específico para atividades como apoio aos ensaios de laboratório

relacionados à área de pavimentação. Uma vez que, é possível gerenciar e padronizar o processo de dimensionamento, eliminando erros de cálculo, bem como erros de construção e interpretação de gráficos oriundos da falha humana(PONTES, GUIMARÃES, 2021).

### **Encaminhamento metodológico**

A metodologia da pesquisa está enquadrada quanto a sua natureza como: uma pesquisa aplicada, por caracterizar-se em um interesse prático, isto é, onde os resultados possam ser aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Em acordo com Appolinário (2006), a pesquisa aplicada seria suscitada por objetivos comerciais por meio do desenvolvimento de novos processos ou produtos orientados para as necessidades do mercado. Quanto aos objetivos é uma pesquisa normativa, que está inicialmente interessada no desenvolvimento de ações para encontrar uma solução ótima para novas definições de problemas específicos (BERTRAND e FRANSOO, 2002).

Sobre à forma de abordar o problema, a pesquisa enquadra-se como quantitativa, considerando que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, enquanto que também corresponde como qualitativa, considerando que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, no qual a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo. Desta forma, é uma pesquisa combinada, que considera a combinação entre aspectos das pesquisas qualitativas e quantitativas em todas ou em algumas das etapas do processo de pesquisa.

Do ponto de vista dos métodos, a pesquisa pôde ser feita através de experimentos (quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto), levantamentos (quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer), modelagem e simulação (quando se deseja experimentar, por meio de um modelo, um sistema real, determinando-se como este sistema responderá a modificações que lhe são propostas), estudos de caso (estudo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento), pesquisa-ação (utilizada quando



concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo).

Sendo assim, a pesquisa proposta apresenta uma abordagem mista (combinada) pelos métodos quantitativos através do experimento porque apresenta resultados numéricos na sua validação e pelos métodos qualitativos do estudo de caso e da pesquisa-ação no que se refere à obtenção do produto e avaliação de conceito, tornando o resultado de abordagem combinada.

A pesquisa foi realizada em três momentos. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica abordando tópicos sobre formatação de planilhas no formato Excel, ensaios de laboratório relacionados com o método *Marshall* para pavimentos asfálticos e atividades envolvendo o ensino em práticas de laboratório em pavimentação asfáltica, utilizando para isso acervo de publicações tanto nacionais como internacionais, livros, periódicos eletrônicos, artigos científicos, entre outros, que tratem do assunto ou similares.

Posterior ao estudo bibliográfico, foi realizada a construção das planilhas eletrônicas responsáveis pelo armazenamento e cálculos necessários para a avaliação dos ensaios de laboratório pelo Método de *Marshall*, as quais permitem verificar as características da massa asfáltica quanto a fluência, estabilidade, volume de vazios, relação betume-vazios, massa específica aparente e volume de vazios do agregado mineral, concomitantemente à moldagem de amostras para elaboração de ensaios de laboratório pelo método convencional.

Em um terceiro momento foi realizada a validação da sequência didática junto ao laboratório da Instituição, com o intuito de testar a eficiência da nova sequência didática em experimento de uma situação real, sendo procedidas as análises entre os dois métodos (convencional, atualmente utilizado por técnicos e docentes) e eletrônico (gráfico, proposto), analisando os resultados.

## **Resultados e Discussão**

### **Descrição e Aplicação da Sequência didática**

A sequência didática é considerada como um conjunto de sequências de atividades progressivas, planejadas, guiadas por um tema, por um objetivo geral, ou por uma produção de texto final (MACHADO; CRISTOVÃO, 2009, p. 133). Sequências didáticas são atividades planejadas mediante uma situação problema com fins a

amenizar as necessidades dos sujeitos, partindo de propostas simples às complexas, em que se tem como finalidade a apresentação de um produto final em que se faz uma comparação da situação antes, durante e após a aplicabilidade do procedimento.

Sendo, uma metodologia inclusiva por envolver sujeitos nos mais diferentes níveis de conhecimento. Podemos ver, ainda que ambientes virtuais de sequências didáticas são discutidos também em outras áreas da engenharia, como, por exemplo, no desenho técnico (FERREIRA et al., 2018).

No caso deste trabalho, a sequência didática consiste em um conjunto de planilhas no *Excel* interligadas entre si, tendo como finalidade qualificar as atividades didáticas durante as práticas de laboratório. Assim agilizando os resultados, minimizando erros de dimensionamento em função da falha humana e auxiliando na tomada de decisão com maior rapidez e confiabilidade.

As práticas de laboratório relacionadas ao ensino de pavimentação são executadas de forma manual com o preenchimento de planilhas previamente impressas, assim como os dimensionamentos, necessitando de uma grande parcela da carga horária destinada à compilação dos dados, baseados em anos de experiência ministrando essas disciplinas pelos autores do artigo. Trabalhos utilizando essas estratégias de ensino são discutidos na forma de aprendizagem, na linha de mecânica de sólidos, mostrando assim a importância de estudarmos o laboratório como uma ferramenta didática (KIECKOW, 2021).

Com a sequência didática o discente interage diretamente na obtenção dos resultados, além de possibilitar que os professores aperfeiçoem a ferramenta, vindo a contribuir tanto no processo de ensino-aprendizagem, como na integração docente-discente-técnico de laboratório-conhecimento abordado.

O primeiro modelo de sequência didática é do Grupo de Genebra e estrutura-se da seguinte maneira: apresentação da situação, produção inicial, módulos e produção final. A partir de um tema gerador, a sequência didática genebrina inicia-se com a apresentação da situação em que o proponente esclarece aos alunos as etapas, o que irão aprender, de que forma se darão as intervenções e como se desenvolverá a proposta.

Na produção inicial, o professor observa o que necessita ser trabalhado ao longo da sequência didática com os conteúdos organizados por módulos em que as dificuldades terão atenção necessária e a escrita vai sendo refeita. Por fim, na produção final, faz-se uma releitura dos conhecimentos estudados na estruturação da

escrita inicial, “assim que se definem o ponto preciso em que o professor pode intervir melhor e o caminho que o aluno tem ainda a percorrer: para nós, essa é a essência da avaliação formativa” (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004, p. 86).

## Aplicação

A construção da sequência didática está baseada em situações problemas que nos possibilita a aproximação da realidade do laboratório didático (SANTOS; GIMENES; SILVA, 2021). Para a sequência didática que desenvolvemos, o trabalho estruturou-se da seguinte maneira: apresentação da situação, produção inicial, módulos e produção final.

Iniciou-se pela visita ao laboratório, apresentação dos modelos de relatórios e concomitante explanação do tema abordado na sequência. Desta forma, aplicou-se a sequência didática durante a atividade prática de laboratório. Quando trabalhado o processo do ensaio deu-se a partir do método *Marshall*, que é baseado na obtenção de massas e volumetrias, tanto dos agregados individuais quanto da mistura com CAP-Cimento Asfáltico de Petróleo (CARMO; MARQUES, 2021) de maneira a analisar os resultados obtidos e confrontá-los com o procedimento convencional. Na produção inicial, tem-se o processo com a primeira planilha do arquivo – Capa – que é utilizada para inserir informações da Instituição onde foi elaborado o ensaio e qual o tipo de material analisado. A segunda – Dados – é preenchida pelos agregados (origem, localização e tipo), os quais serão utilizados na composição da mistura asfáltica, assim como local de aplicação, empresa, objetivo e finalidade.

Os módulos iniciam pela elaboração da tabela 1 - Modulo 1 - onde tem-se a inserção dos dados obtidos pelos ensaios de caracterização dos materiais. Cabe salientar que somente serão abastecidas as células em destaque (coloridas). As demais contêm as fórmulas necessárias para o dimensionamento (atividade esta que era executada manualmente antes da construção da ferramenta) da composição granulométrica dos agregados envolvidos no traço de projeto.

Tabela 1: Granulometria individual dos Agregados

Brita 1			Pó + Pedrisco			Areia		
Retido g	% Retido	% Passante	Retido g	% Retido	% Passante	Retido g	% Retido	% Passante

245,78	49,16	50,84					0	100
190,57	38,11	12,73					0	100
63,06	12,61	0,12	153,59	30,72	69,28	3,26	0,65	99,36
0,34	0,07	0,05	193,85	38,77	30,51	8,18	1,64	97,71
			49,89	9,98	20,53	250,59	50,12	47,59
			55,87	11,17	9,36	184,2	36,84	10,75
			21,02	4,20	5,16	43,45	8,69	2,06
	Fundo		25,24	Fundo		9,12	Fundo	

Fonte: Autores.

Das informações inseridas na Tabela 1, granulometria individual dos agregados, obtêm-se a Tabela 2, composição granulométrica dos materiais.

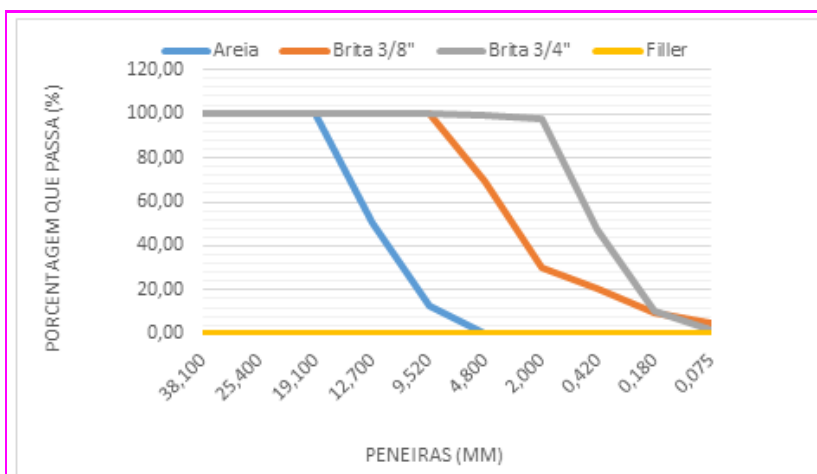
Tabela 2: Granulometria dos Agregados Componentes na Mistura  
(Pré-dosagem - Silos frios)

Peneiras	(mm)	Brita 3/4"	Brita 3/8"	Areia	Filler
1 1/2"	38,100	100,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,400	100,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,100	100,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	12,700	100,00	100,00	100,00	100,00
3/8"	9,520	100,00	100,00	100,00	100,00
nº 4	4,800	100,00	100,00	100,00	100,00
nº 10	2,000	100,00	100,00	100,00	100,00
nº 40	0,420	0,00	100,00	100,00	100,00
nº 80	0,180	0,00	100,00	100,00	100,00
nº 200	0,075	0,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Autores.

Com as informações, gera-se o gráfico pelo módulo 2, que apresenta curvas individuais dos agregados utilizados para visualizar o comportamento individual dos materiais com os percentuais passantes em cada peneira. O gráfico é apresentado em cores distintas e com discriminação nominal para cada tipo de agregado, facilitando sua visualização e entendimento e contribuindo para a tomada de decisão quanto aos percentuais a serem adotados na sequência, conforme pode ser visto no Gráfico 1. No ensaio de granulometria utilizam-se de 500g a 1000g de massa de cada material.

Gráfico 1: Curva Granulométrica Individual dos Agregados Componentes



Fonte: Autores.

No módulo 3 pode-se definir a faixa de trabalho em função do tráfego e/ ou dos materiais (a critério do profissional projetista), passando então para o método das tentativas, construído com a Tabela 3, onde estas permitem definir a faixa granulométrica que melhor se adequa aos segundos ensaiados, lançando na mesma os percentuais individuais e, com isso, eliminando o retrabalho em refazer a granulometria N vezes pelo método das tentativas (modelo utilizado no método convencional). Com a utilização da sequência didática proposta em *Excel*, torna-se possível a integração de tabelas e gráficos, fazendo-se necessário apenas proceder à inserção de dados na Tabela 3, tomando o cuidado de distribuir os percentuais por agregado de maneira que totalize 100%.

Tabela 3: Método das Tentativas Proposto

Material	Porcentagem
Brita 3/4"	33,00%
Brita 3/8" + pó	52,00%
Areia	10,00%
Filler	5,00%
Total	100,00

Fonte: Autores

Já o módulo 4, é o fechamento dos percentuais, em que deve-se verificar o enquadramento de acordo com a faixa adotada na Tabela 4, a qual apresenta na coluna (projeto) a composição da mistura dos agregados de forma a enquadrar na

faixa de trabalho determinada em “projeto”, tendo como auxílio durante as tentativas executadas na Tabela 3 uma legenda por meio de cores dentro das células quando os valores saem da faixa, definindo o enquadramento ou não dentro da faixa de trabalho.

Se a célula correspondente à peneira permanece sem cor, o percentual lançado da mistura enquadra-se na faixa de trabalho, caso a cor da célula apresentar-se em azul, significa que o percentual lançado está acima do limite, e caso a cor da célula ficar em vermelho, então o percentual da mistura encontra-se abaixo do limite. Por meio dessa visualização, é possível ao operador do ensaio proceder ao método das tentativas alterando os percentuais sem a necessidade de elaborar N números de ensaios a cada tentativa até o enquadramento do projeto, partindo diretamente para a etapa de verificação.

Tabela 4: Granulometria da mistura dos agregados

Peneiras			Faixa de trabalho			Faixa “C”	
Pol.	mm	Projeto	“C”	“C”	“C”	DNIT	
1 ½ “	38,100	100,00	100,00	100,00	0,30	100,00	100,00
1”	25,400	100,00	100,00	100,00	0,30	100,00	100,00
¾”	19,100	100,00	99,70	100,00	0,30	100,00	100,00
½”	12,700	86,62	79,70	100,00	0,30	80,00	100,00
3/8”	9,520	65,50	69,70	90,30	0,30	70,00	90,00
nº 4	4,800	57,07	43,70	72,30	0,30	44,00	72,00
nº 10	2,000	47,55	21,70	50,30	0,30	22,00	50,00
nº 40	0,420	22,37	0,00	26,30	0,30	8,00	26,00
nº 80	0,180	15,09	0,00	16,30	0,30	4,00	16,00
nº 200	0,075	11,55	0,00	10,30	0,30	2,00	10,00

Mistura

LS

LI

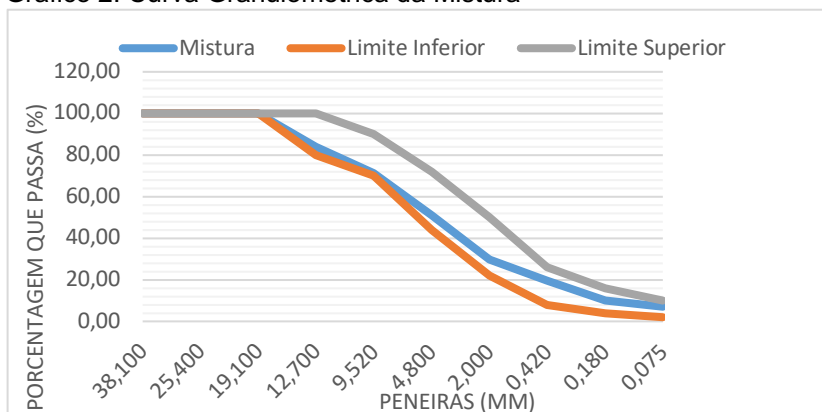
Dentro da faixa		Acima da faixa		Abaixo da faixa	
-----------------	--	----------------	--	-----------------	--

Fonte: Autores

Esses números referem-se à conferência do enquadramento da faixa granulométrica de projeto, de acordo com a legenda. Se as células não apresentarem coloração, então estão dentro da faixa desejada, se ficarem azul, estão fora do limite e acima, e se ficarem vermelhas, estão fora do limite abaixo. Dessa forma é possível fazer a correção granulométrica ainda na fase projetual sem a necessidade de repetição de ensaio, o que reduz significativamente o processo.

Como forma de contribuir com esta etapa, a Tabela 4 gera o Gráfico 2, que permite a visualização quanto ao grau de enquadramento da mistura, possibilitando ao operador do ensaio verificar a posição de enquadramento da faixa da mistura (linha azul), dentro dos limites máximo (linha cinza) e mínimo (linha laranja), conforme visualizado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Curva Granulométrica da Mistura



Fonte: Autores.

Tão logo definido o percentual de mistura dos agregados, deve ser executado o ensaio *Marshall* para determinação da taxa ótima de betume, sendo especificado executar com o uso de, no mínimo, cinco percentuais diferentes. A planilha Ficha de Ensaio, é a mesma utilizada no processo manual, porém elimina-se o procedimento de cálculo. Na sequência didática digital proposta, os gráficos são traçados em função dos vínculos entre as tabelas, eliminando o procedimento de elaboração e, com isso, eliminando o erro humano.

No módulo 5 constrói-se a Tabela 5, que representa a compatibilização dos dimensionamentos das planilhas anteriores, e é utilizada na construção dos seis gráficos de enquadramento da massa asfáltica - eliminando o processo de construção manual em folha milimetrada – os quais são utilizados para verificação do aceite ou recusa da mistura.

A construção dos gráficos por meio digital afere menor probabilidade de erros quanto a construção (papel milimetrado, espessura do grafite ou caneta utilizada, interpretação, atenção, entre outros). Pelo método convencional, para que se possa obter os resultados finais do ensaio *Marshall*, depois de concluídas as etapas de ensaio e cálculos correspondentes, deve-se retornar aos gráficos com o valor da

quantidade ótima de Betume, e então extrair os valores correspondentes a cada parâmetro.

Com o uso da ferramenta proposta neste trabalho, por meio da inferência matemática, as informações são cruzadas, confrontadas e calculadas, lançando os resultados diretamente em uma planilha de resultados finais obtidos por processo matemático, sendo que, após a geração e análise dos gráficos é a sequência didática que proporciona a extração dos resultados de forma simplificada, sendo estes apresentados de maneira resumida também em forma de tabela. Inicialmente são analisados os gráficos de Relação Betume Vazios (RBV), nas linhas de interseção da curva com o ponto de 75% e 82%, obtendo a média. Desta forma, encontra-se a quantidade ótima de betume, conforme Tabela 5.

Tabela 5: Resultado Final em função do Teor Ótimo de Betume

Características Marshall	Especificação	Resultado
Volume de Vazios (%)	3 a 5	3,05
Relação Betume Vazios (%)	75 a 82	78,5
Estabilidade (Kgf)	mínimo = 500	1350,00
Fluência (1/100")	8 a 18	6,1
Massa Específica Aparente	g/cm <sup>3</sup>	3,020
Vazios do Agregado Mineral	%	14,2
Teor de betume (%)	$(5,09+6,08)/2$	5,585

Fonte: Autores

Na produção final verificou-se a eficiência da ferramenta, a mesma foi abastecida com informações de um projeto previamente desenvolvido pelo método convencional, utilizando-se dos mesmos valores obtidos pelo ensaio *Marshall* e confrontando seus resultados. A eficácia das planilhas utilizando aprendizagem significativa no Ensino das Atividades de Laboratório Relacionadas com a Pavimentação Asfáltica foi demonstrada em atividade real de ensaio, no qual foram sugeridas a aplicação da sequência didática como forma de possibilitar a confirmação das expectativas quanto a sua construção e funcionalidade. Este procedimento ocorreu quando a construção da sequência didática de pesquisa ainda se encontrava em processo de desenvolvimento.



Em comparativo ao procedimento convencional, a geração das tabelas, gráficos, dimensionamentos, análises e interpretações, foi necessária à utilização de 10 dias de trabalho, enquanto, fazendo uso da sequência didática o procedimento foi concluído em apenas 2 dias. Destacam-se as palavras proferidas por um dos acadêmicos, “foi de extrema ajuda a utilização *do software Excel* para elaboração de gráficos e tabelas interativas”, o que demonstra a eficácia da mesma.

A Tabela 6 apresenta o comparativo das atividades desenvolvidas entre o procedimento convencional e o proposto considerando-se o tempo de execução, possibilitando visualizar as vantagens utilizando a ferramenta.

Tabela 6: Tabela de Otimização para atividade de procedimento para um Ensaio pelo Método Marshall

Atividades desenvolvidas	Tempo Convencional	Tempo Ferramenta	Diferença
Peneiramento dos agregados	00:40:00	00:40:00	00:00:00
Desenvolvimento de cálculo dos agregados	00:20:00	00:00:00	00:20:00
Construção do gráfico	00:10:00	00:00:00	00:10:00
Composição da mistura (tentativas)	04:00:00	00:10:00	03:50:00
Construção da tabela da mistura com dimensionamento	00:15:00	00:00:00	00:15:00
Construção do gráfico da mistura	00:10:00	00:00:00	00:10:00
Ensaio Marshall para teor de betume	04:00:00	04:00:00	00:00:00
Desenvolvimento de cálculo da planilha de ensaio	01:00:00	00:00:00	01:00:00
Construção dos 6 gráficos resultantes do ensaio	00:30:00	00:00:00	00:30:00
Análise dos resultados	00:05:00	00:05:00	00:00:00
Ensaio Marshall	03:00:00	03:00:00	00:00:00
Tempo de repouso das amostras	12:00:00	12:00:00	00:00:00
Teste de carga	00:15:00	00:15:00	00:00:00
Parâmetros de dosagem	00:20:00	00:00:00	00:20:00
Total	26 hs 45 min	20 hs 10 min	6 hs 35 min

Fonte: Autores

Outras vantagens ora descritas não necessitam de comparativo, visto que a qualidade dos resultados eliminando a falha humana, precisão e agilidade no dimensionamento, precisão e agilidade na construção dos gráficos e redução no tempo total de execução do ensaio é significativa.

Dentro da área técnica na engenharia, preocupa-se muito com a qualidade das informações e dos serviços prestados, vinculando os mesmos à rapidez de execução. Como a evolução tecnológica invadiu nossas vidas, devemos utilizá-la a nosso favor de maneira a proporcionar maior rapidez ao acesso das informações, servindo como uma sequência didática de apoio às diversas áreas profissionais, tendo como base fundamental a lógica e a precisão, adjetivos estes imprescindíveis ao profissional de engenharia.

Sob essa ótica, utilizar a tecnologia nas atividades didáticas durante as práticas laboratoriais se torna necessário como forma de agilizar os resultados, minimizar erros, auxiliar na tomada de decisão com maior rapidez e confiabilidade.

Sendo assim, a criação de uma sequência didática em Modelo Digital, que auxilie no processo de formatação dos resultados obtidos durante a execução dos ensaios de laboratório em atividades relacionadas à Pavimentação Asfáltica, torna possível a eliminação dos erros de cálculos, auxilia no desenvolvimento dos ensaios através de uma sequência lógica e organizada no desenvolvimento das tarefas, otimiza o tempo de realização dos ensaios, proporciona maior precisão na obtenção dos resultados, permite organizar os procedimentos de ensaio, auxilia na interação aluno/professor e atrai o interesse dos envolvidos, possibilitando o aprofundamento do tema.

Como durante as práticas laboratoriais relacionadas ao ensino de pavimentação as atividades são executadas de forma manual e por meio do preenchimento de planilhas previamente impressas, os dimensionamentos unitários são elaborados com a utilização de calculadoras, gerando o tempo destinado às atividades práticas muito extensas e fazendo com que as práticas sejam cansativas, de forma a desestimular os estudantes, em função da necessidade de resguardar a maior parcela da carga horária destinada a essas atividades. Ademais a compilação dos dados, a execução das tabelas e as conclusões por muitas vezes acaba sendo atribuída aos laboratoristas.

Com a utilização da sequência didática é permitido ao discente interagir diretamente na obtenção dos resultados, além de possibilitar que os mesmos aperfeiçoem a ferramenta, vindo a contribuir tanto no processo de ensino-aprendizagem, como na integração docente-discente-técnico de laboratório-conhecimento abordado, tornando possível o envolvimento de todos de maneira que

o conhecimento seja compartilhado e construído em conjunto, agregando valores éticos, profissionais e pessoais durante a atividade desenvolvida.

### **Considerações finais**

Na área de pavimentação dentro do curso de Engenharia Civil, a utilização dos laboratórios restringe-se ao desenvolvimento de projetos de pesquisa e/ou a demonstrações de ensaios, não sendo atraente aos acadêmicos o tema abordado. Com o desenvolvimento desta ferramenta, principalmente após teste de eficiência-eficácia em situação real, foi possível constatar as contribuições que ela traz ao processo, auxiliando na construção do conhecimento de maneira a permitir que o acadêmico interaja com a sequência didática, não sendo meramente um usuário.

Ressalta-se que o objetivo da elaboração de sequência de atividades com as planilhas *Excel* capazes de compilar dados é obter resultados com maior rapidez, com menor probabilidade de erros e de modo mais eficiente ao ensino-aprendizado do aluno, o que foi alcançado como discutido nos resultados.

A construção de planilhas é capaz de ser utilizada como uma sequência didática no processo de ensino-aprendizagem. Durante o procedimento de ensaio junto ao laboratório vinculada à temática da Pavimentação Asfáltica, assegurou também um feito do nosso trabalho, pois, encontramos na literatura poucos trabalhos relacionados.

No ponto de vista do uso também obtivemos êxito; haja visto que a experimentação obtida veio por trazer melhorias quanto a questão de confiabilidade dos resultados, além da interação entre docente-técnico de laboratório-discente na análise dos mesmos, bem como na redução do tempo despendido a atividade laboral.

Desta forma permitindo otimizar o tempo ora destinado a essa tarefa na execução de outras, ou mesmo para atividade de estudo, tão necessárias ao aperfeiçoamento dos acadêmicos, bem como aumento da autoestima dos discentes envolvidos, que se mostraram mais confiantes na execução dos procedimentos de ensaio e análise dos resultados.

Também foi possível oportunizar questionamentos por parte dos alunos, passando de meros receptores de conhecimentos a agentes integrantes do processo, contribuindo com a formação dos acadêmicos. A justificativa do nosso trabalho mostrou-se bastante importante, pois se tornou possível a redução e/ou eliminação dos erros de cálculo durante as atividades práticas. Mostrando também a otimização

do tempo dos discentes bem como a possibilidade de auxiliá-los no desenvolvimento dos ensaios através de uma sequência lógica e organizada, proporcionando assim maior precisão na obtenção dos resultados

Alguns fatores como percepção, atenção, motivação e precisão, encontram-se relacionados às características pretendidas, além dos fatores físicos palpáveis como compilação e avaliação dos resultados. Sendo assim, foi possível perceber com a aplicação da ferramenta o envolvimento motivacional demonstrado pelos acadêmicos por meio da utilização destes recursos, contribuindo com o processo de ensino-aprendizagem num procedimento de enriquecimento na construção do saber e oportunizando o aperfeiçoamento constante da sequência didática pelos próprios alunos.

Por meio da experiência positiva demonstrada com a utilização dessa ferramenta, abre-se a possibilidade para a criação-elaboração-construção, de outras ferramentas de utilização em atividades de laboratório, relacionadas aos demais procedimentos de ensaios na temática abordada, bem como nas demais áreas da engenharia.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza - Ano 3, vol. 3, nº 1, p. 322-334, jan/jul, 2013. Disponível em: <<http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/revista/article/view/148>>. Acesso em: 18 set. 2021.

BABAKR, Zana H.; Mohamedamin, Pakistan; Kakamad, Karwan. Piaget's Cognitive Developmental Theory: Critical Review. **Education Quarterly Reviews**, v. 2, n. 3, p. 517-524, 2019. Disponível em: < <https://eric.ed.gov/?q=piaget&id=EJ1274368>>. Acesso em: 18 set. 2021.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BAPTISTA, Cyro Nogueira. **Pavimentação Tomo 1**: Ensaio Fundamentais para a pavimentação, Dimensionamentos para pavimentos flexíveis. 2. ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1976.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de Construção**: Novos Materiais para Construção Civil. v. 1, 5. ed. Revisada, Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009.

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.

\_\_\_\_\_, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008. Disponível em: <[www.proasfalto.com.br](http://www.proasfalto.com.br)>. Acesso em: 12 maio 2020.

BRASIL, DNIT. Norma DNIT 031/2006 – ES, de 26 de junho de 2006. **Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico**. Especificações de Serviço, nº. 50.600.004.691/2003-81, p.1-14, 2006.

CARMO, Cássio Alberto; MARQUES, Geraldo Luciano de Oliveira. Avaliação comparativa de propriedades mecânicas de misturas asfálticas simples e compostas. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 7, n. 8, p. 84306-84329, aug. 2021.

Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/35033>>. Acesso em: 20 set. 2021.

CASTELLS, Manuel; GERHARDT, Klauss Brandini. **O Poder da Identidade**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CERATTI, Jorge Augusto Pereira; REIS, Rafael Marçal Martins de. **Manual de dosagem de concreto asfáltico**. São Paulo: Oficina de Textos. Rio de Janeiro: Instituto Pavimentar, 2011.

DAER- Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Especificações Gerais**. DAER / RS, 1996.

Dos SANTOS, A. V.; MEGGIOLARO, G. P. . Uma proposta de mapas conceituais a partir da abordagem do conceito de campo elétrico em livros didáticos. **Revista Vivências**. (URI. ERECHIM), v. 6, p. 47-47, 2020.

DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **ES 031/2006: Pavimentos Flexíveis - Concreto Asfáltico**. DNIT, 2006. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2021.

\_\_\_\_\_- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **ME 043/95: Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall**. DNER, 1995. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/> Acesso: 20 jan2015.

\_\_\_\_\_. **Manual de pavimentação**. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 2006.

FERREIRA, Mariana S.; SANTOS, Antonio Vanderlei dos; FRANZIN, Rozelaine de Fatima; FORTES FILHO, João da Jornada. Ambiente virtual para a criação de *v. 6, n. 1, p. 130-152, 2022.*

sequências didáticas no ensino do desenho técnico arquitetônico. **Tecné, episteme y Didaxis**: TED (Revista de La Facultad de Ciencia y Tecnología), vol. extra, p. 1-10, 2018. Disponível em: < <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9044>>. Acesso em: 20 set. 2021.

GARCIA, Regina Leite (org). **Orientação educacional e o trabalho na escola**. 3. ed. São Paulo: Loyola, 1994.

KIECKOW, Flavio. Experimentação como estratégia didática no ensino de mecânica dos sólidos na engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40. 2021.

Disponível em:

<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1591>>. Acesso em: 20 set. 2021.

LA TAILLE, Yves de; OLIVEIRA, Marta Kohl de; DANTAS, Heloysa. **Piaget, Vygotsky, Wallon**: Teorias Psicogenéticas em Discussão. 18.ed. São Paulo: Summus, 1992. 117 p. Disponível em: < <https://bds.unb.br/handle/123456789/272>>.

Acesso em: 18 set. 2021

LÉVY, Pierre. **As Árvores do Conhecimento**. São Paulo: Escuta, 1995.

LUCCA, Angelo Trein; SANTOS, Antonio Vanderlei dos; STRACKE, Marcelo Paulo; FRANZIN, Rozelaine de Fatima. Construção de um objeto de aprendizagem a partir da teoria da aprendizagem significativa moderna, usando linguagem de modelagem unificada. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v.. 4, p. 140-159, 2021.

MEDINA, J.; MOTTA, L.M.G. **Mecânica dos pavimentos**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2005.

MEIER, M.; GARCIA, S. **Mediação da aprendizagem**: contribuições de Feuerstein e Vygotsky. 2. ed. Edição dos autores. Curitiba, 2007.

MOURA, Luiz Fernando de. **Excel para Engenharia**: Formas simples para resolver problemas complexos. São Carlos/SP, v. 1, ed. EdUFSCar, 2007.

NEWMAN, Stephen; LATIF, Ashkan. Vygotsky, educação e formação de professores. **Journal of Education for Teaching**. v. 47, n. 1, 2020. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02607476.2020.1831375>

>. Acesso em: 18 set. 2021.

PAIS, Luiz Carlos. **Educação Escolar e as Tecnologias da Informática**. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2008.

PIAGET, Jean. **Abstração Reflexionante**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Editora Artmed, 1995.

*v. 6, n. 1, p. 130-152, 2022.*

- PONTES, Marcília Elane do Nascimento; GUIMARÃES, Gilda Lisbôa O uso do software Excel como recurso pedagógico no processo de ensino de aprendizagem de gráficos de barra nos anos iniciais. **Educação Matemática Pesquisa**, v.. 23. 2. ed., p.337-355. 19p. 2021. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/53800>>. Acesso em: 20 set. 2021.
- PRETTO, Nelson de Luca. **Uma Escola sem/com Futuro: educação e multimídia**. Campinas: Papyrus, 1996.
- REIS, P. A. **Discussão de Assuntos Controversos no Ensino das Ciências**. Escola Superior de Educação de Santarém. Inovação, 12, 1999.
- SANTOS, Matheus Gabriel Guardiano dos; GIMENES, Rossano; SILVA, Milady Renata Apolinário da. Construção de uma sequência didática sobre a química do solo utilizando a metodologia STEM: Análise das habilidades e elementos BNCC Abordagem STS. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021. Disponível em: <<https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15024>>. Acesso em: 20 set. 2021.
- SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de pavimentação**. 2º ed. Ampl, São Paulo: Pini, 2007.
- SENGER, Valter A. **Construção de um modelo digital utilizando aprendizagem significativa no ensino das atividades de laboratório relacionadas com a pavimentação asfáltica**. Dissertação de Mestrado, 2015.
- SEVERINO, Antônio J. **Metodologia do trabalho científico**. 22ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- VASCONCELLOS, Celso dos S. **A construção do conhecimento em sala de aula**. 13. ed. São Paulo: Libertad, 2005.
- VIGOSTSKY, L. S.; BEZERRA, Paulo. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- WILLIAMS, Karen A.; MAREK, Edmund A. Ausubel and Piaget: A Contemporary Investigation. 2020. **ERIC**. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?q=Ausubel+&id=ED441687>>. Acesso em: 18 set. 2021.

Recebido em: 09/11/2020  
Aprovado em: 24/09/2021