

TÍTULO

APRENDIZAGEM VISÍVEL DE SIDERURGIA PARA ESTUDANTES DO CURSO TÉCNICO EM METALURGIA

Categoria: Ensino Técnico

Nome do autor: Luciano Miguel Moreira dos Santos

Nome do orientador: Jefferson Rodrigues da Silva

Nome e cidade da escola onde a experiência foi realizada: Instituto Federal de Minas Gerais
– Campus Ouro Preto

Endereço: Rua Pandiá Calógeras, 898, Ouro Preto-MG

Telefone do autor: (31) 996671246

Correio eletrônico do autor: luciano.miguel@ifmg.edu.br

Resumo

O uso de materiais manipulativos aplicados ao princípio de conservação da massa nos balanços siderúrgicos, mediante o desmembramento das moléculas dos componentes do minério, dos metais e da escória foi utilizado na quantificação da aprendizagem relacionada aos estilos de aprendizagem. Empregou-se uma metodologia de pesquisa mista, sendo majoritariamente quantitativa: verificação de estilos de aprendizagem por meio do Novo Índice de Estilos de Aprendizagem (N-ILS) e provas sobre balanço de massa para o cálculo de Tamanho de Efeito, conforme estabelecido pelo laboratório em Aprendizagem Visível, de Hattie. Entre os resultados obtidos, destaca-se o Tamanho de Efeito calculado para a prática pedagógica, que, em média, nas três turmas avaliadas, foi de 0,63. Valor superior ao referencial 0,40, considerado como uma intervenção média satisfatória e compatível com os valores de Tamanhos de Efeitos de metodologias semelhantes. Na parte qualitativa da pesquisa, realizaram-se entrevistas semiestruturadas nas quais foi possível compreender que os alunos perceberam a própria aprendizagem. Este estudo inovou ao calcular o Tamanho de Efeito aliado aos Estilos de Aprendizagem e contribui para o entendimento de práticas de aprendizagem colaborativas usando material manipulativo.

Introdução

O ensino e a aprendizagem visíveis ocorrem quando a aprendizagem é o objetivo explícito e transparente, quando ela é apropriadamente desafiadora e quando tanto o professor quanto o aluno (de várias maneiras) procuram assegurar que o objetivo desafiador seja atingido e, se o for, em que grau (HATTIE, 2017).

Ao investigar e detectar a variabilidade de modelos mentais de uma turma, bem como sua evolução ao longo do período escolar, o professor pode propor atividades mais adaptadas, de modo a facilitar a aprendizagem. Tal afirmação corrobora as pesquisas realizadas por Colvara e Vieira Júnior (2010) e Duque et al (2015), que consideram que os diferentes estilos de aprendizagem devem ser considerados no planejamento didático-pedagógico e que as avaliações tradicionais devem ser aprimoradas para refletir um aprendizado significativo.

Felder e Soloman (1991) propuseram um teste denominado Índice de Estilos de Aprendizagem, cuja sigla é ILS, do inglês Index of Learning Styles. Posteriormente, Vieira Junior (2014) propôs uma nova versão do ILS, que corrigia problemas de tradução, por exemplo. Esta foi validada e identificada pela denominação Novo Índice de Estilos de Aprendizagem (N-ILS).

Para Hattie (2017), a média de mais de 900 meta-análises, baseadas em 240 milhões de alunos, apresenta uma intervenção média de 0,40. Portanto, um efeito maior que 0,40 é

considerado acima da norma e capaz de levar a um crescimento maior do que o esperado ao longo de um ano.

O cálculo do tamanho do efeito, conforme recomendado por Hattie (2017), é definido de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Tamanho de efeito} = \frac{\text{Média (pós - teste)} - \text{Média (pré - teste)}}{\text{Dispersão (desvio padrão)}}$$

Van Der Schee (2014), aplicando os princípios sobre aprendizagem visível desenvolvidos por John Hattie no ensino de geografia, traz interessantes questionamentos sobre critérios para a aprendizagem bem sucedida. Afirma que turmas pequenas e boas instalações são frequentemente mencionadas por educadores em discussões sobre os fatores que levam a uma aprendizagem bem sucedida. Van Der Schee, porém, questiona se esses fatores são realmente importantes. Sua reflexão se ancora na afirmação de Hattie (2009, apud VAN DER SCHEE, 2014, p. 8), “o que é mais importante é que o ensino seja visível para o aluno, e que a aprendizagem seja visível para o professor. Quanto mais o aluno se tornar o professor e mais o professor se tornar o aluno, melhores serão os resultados”. Van Der Schee (2014, p. 9) ainda afirma que “um bom professor é um especialista em aprendizagem adaptativa”. Isto pode ser alcançado, em grande parte, pela experiência de vida do docente e pelo grau vocacional do mesmo para a docência, mas nem sempre é garantia de sucesso.

Pironel (2017) afirma que, por meio da resolução de problemas, o professor tem a oportunidade de levantar questões pertinentes ao desenvolvimento do tema de estudo, a fim de conduzir seus alunos ao aprendizado, aproximando-se da Zona de Desenvolvimento Proximal, de Vigotsky (1984), em que o papel e a intencionalidade do sujeito são indispensáveis para sua aprendizagem. Pironel (2017) também mostra que o processo de avaliação integrada ao ensino-aprendizagem deve auxiliar na aprendizagem significativa do aluno, através das conexões entre diferentes ideias, conceitos e procedimentos, aproximando-se do conceito de aprendizagem significativa de Ausubel (1982).

Segundo Ferrari (2008) na perspectiva da Teoria das Inteligências Múltiplas proposta por Gardner (1983), a educação costuma errar ao não levar em conta os vários potenciais de cada um. A maneira mais difundida de aplicar a teoria das inteligências múltiplas é tentar estimular todas as habilidades potenciais dos alunos quando se está ensinando um mesmo conteúdo.

Objetivos

A pesquisa teve como objetivo fazer uma análise de Aprendizagem Visível relacionada aos estilos de aprendizagem de prática pedagógica colaborativa com materiais manipulativos sobre as reações químicas dos processos siderúrgicos, estabelecendo a relação entre o

desmembramento das moléculas dos componentes do minério e a composição química do metal, identificando o princípio de conservação da massa nos balanços siderúrgicos.

Metodologia

A metodologia de investigação utilizada é mista, mas primordialmente quantitativo-comparativa. Contou com uma amostra de indivíduos composta por 65 estudantes divididos em três turmas da disciplina de Siderurgia do curso Técnico em Metalurgia do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) campus Ouro Preto. Duas delas, aqui identificadas como Turma Diurno 1, Turma Diurno 2, compartilham as características de serem cursos integrados ao Ensino Médio e possuem alunos na faixa etária entre 17 e 19 anos. A terceira turma, aqui identificada como Turma Noturno, está na categoria de curso técnico subsequente: os alunos já finalizaram o ensino médio, possuem faixa etária mais elevada e heterogênea.

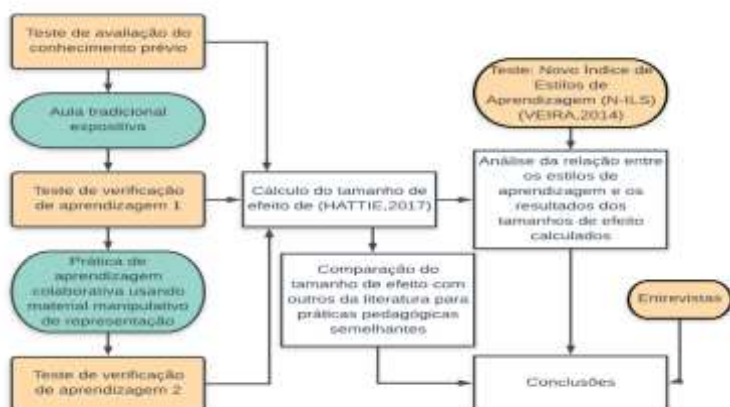
Para obtenção dos dados envolvendo seres humanos, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) pela Plataforma Brasil e aprovada pelo CEP da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Então, aplicou-se aos estudantes o questionário N-ILS proposto por Vieira Junior (2014), adaptação de Felder e Solomon (1988), para identificação de perfis de estilos de aprendizagem individual e verificou-se se havia predominância de algum estilo em cada turma. Calculou-se também o tamanho de efeito da prática pedagógica pelo método de aprendizagem visível proposto pelo laboratório australiano coordenado por Hattie (2017).

Desse modo, compararam-se os resultados dos tamanhos de efeito obtidos neste trabalho com os tamanhos de efeito encontrados na literatura para práticas pedagógicas semelhantes. Finalmente, fez-se análise de possível relação entre os tamanhos de efeito calculados e a influência dos estilos de aprendizagem predominantes nas turmas.

Quanto à prática pedagógica proposta, propriamente dita, ela versa sobre o ensino e a aprendizagem do princípio de conservação de massa, cálculo do balanço de massa, identificação e construção de moléculas presentes em minérios. Tudo isso, por meio de trabalho colaborativo, usando material manipulativo de representação: bolas de isopor pintadas como átomos e hastes de madeira para as ligações químicas. De modo a possibilitar o cálculo do tamanho de efeito da aprendizagem, os alunos fizeram um teste de verificação do conhecimento prévio sobre esse assunto, posteriormente assistiram a uma aula tradicional expositiva sobre ele. Em seguida, os alunos foram divididos em grupos de 6 a 8 estudantes, usando o material manipulativo disponibilizado na identificação dos átomos e na construção das moléculas presentes em cada minério de um dado balanço de massa. Posteriormente foram instigados a refazer o processo aplicado a um novo problema. Paralelamente, aplicou-se uma entrevista semiaberta a 4 alunos de cada turma, a fim de perceber como foi a experiência individual no trabalho em grupo e como

avaliaram a prática da atividade, corroborando a pesquisa quantitativa. A Figura 1 apresenta um fluxograma que resume a metodologia de pesquisa proposta.

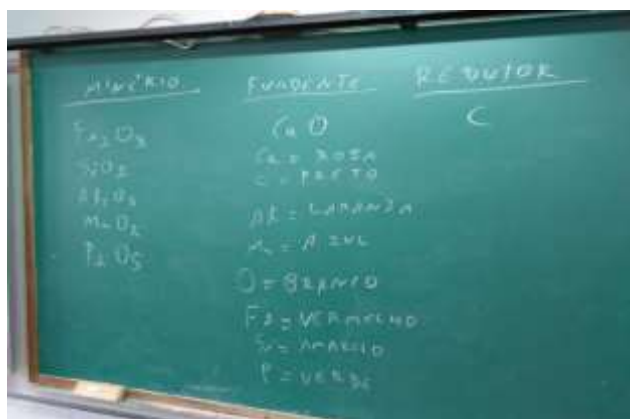
Figura 1: Metodologia proposta para o trabalho



Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

A Figura 2 apresenta as instruções dadas aos alunos para a construção dos modelos das matérias-primas, indicando os átomos envolvidos em cada molécula e com a respectiva cor e a figura 3 mostra os estudantes em trabalho em grupo.

Figura 2- Instruções para construção dos modelos das matérias-primas



Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

Figura 3- Estudantes em trabalho em grupo



Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

Resultados

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados obtidos para as três turmas do teste Novo Índice de Estilos de Aprendizagem (N-ILS) proposto por Vieira Júnior (2014). Observou-se que, da turma 1, turno diurno, a maioria dos alunos pesquisados, 70%, mostrou-se mais sensorial na dimensão de percepção. Na dimensão de entrada, não há diferença significativa entre os polos visual e verbal. Quanto à dimensão Processamento, o polo Ativo é verificado em 70% dos alunos. Na dimensão Entendimento, novamente há um polo mais frequente entre os alunos, um percentual de 80% apresenta-se como Sequencial.

Além das preferências, observou-se também a intensidade com a qual elas ocorrem em cada um dos polos. Porém, em termos de preferências, não houve uma tendência forte em direção a determinado polo quando se observa a turma em conjunto, com exceção do polo sensorial, indicando que podem se adaptar bem aos cálculos rotineiros do balanço de massa dos processos siderúrgicos. Esta turma é composta por estudantes que cursam o técnico em metalurgia integrado ao ensino médio dentro do IFMG e que possuem faixa etária entre 17 e 19 anos, semelhante à turma 2 do turno diurno.

Tabela 1: Resultados do teste Novo Índice de Estilos de Aprendizagem (N-ILS)-Turma Diurno 1

Dimensão	Polo	Alunos	Preferência Forte	Preferência Média	Preferência Fraca
Percepção	Sensorial	70%	30%	30%	10%
	Intuitivo	30%	10%	5%	15%
Entrada	Visual	45%	10%	20%	15%
	Verbal	55%	-	20%	35%
Processamento	Ativo	70%	5%	30%	35%
	Reflexivo	30%	5%	10%	15%
Entendimento	Sequencial	80%	10%	40%	30%
	Global	20%	-	5%	15%

Fonte: Elaboração dos autores, 2019

Com relação aos alunos da turma 2, turno diurno, o polo sensorial apresentou maior predominância e preferência. Eles se mostraram mais sensoriais, visuais, ativos e sequenciais, sendo mais visuais do que a turma 1, também do turno diurno, além da predominância sensorial, o que corrobora com maior tendência à metodologia pedagógica a ser utilizada no cálculo do balanço de massa.

Já em relação aos alunos da turma do turno noturno, houve 100% de escore no polo sensorial e preferências médias para os polos ativo e sequencial, com preferência fraca para o polo verbal. Em comparação com as outras, ela é constituída por estudantes, em sua maioria, trabalhadores, com maior faixa etária e que já cursaram o ensino médio em outra instituição. Portanto, fazem o curso técnico em metalurgia na modalidade subsequente.

Os Polos sensorial e sequencial foram predominantes em todas as turmas e preponderantes para que os estudantes se sentissem familiarizados com a construção das moléculas de bolinhas de isopor para executar o seu desmembramento em metais e escória e, posteriormente, executar o balanço de massa dos processos siderúrgicos.

Tabela 2: Resultados do teste Novo Índice de Estilos de Aprendizagem (N-ILS)-Turma Diurno 2

Dimensão	Polo	Alunos	Preferência Forte	Preferência Média	Preferência Fraca
Percepção	Sensorial	95,23%	38,09%	33,33%	23,80%
	Intuitivo	4,76%	-	-	4,76%
Entrada	Visual	61,90%	9,52%	14,28%	28,09%
	Verbal	42,85%	9,52%	9,52%	23,8%
Processamento	Ativo	66,66%	4,76%	23,80%	38,09%
	Reflexivo	33,33%	9,52%	14,28%	9,52%
Entendimento	Sequencial	80,95%	23,80%	38,09%	19,04%
	Global	19,05%	4,76%	4,76%	9,52%

Fonte: Elaboração dos autores , 2019.

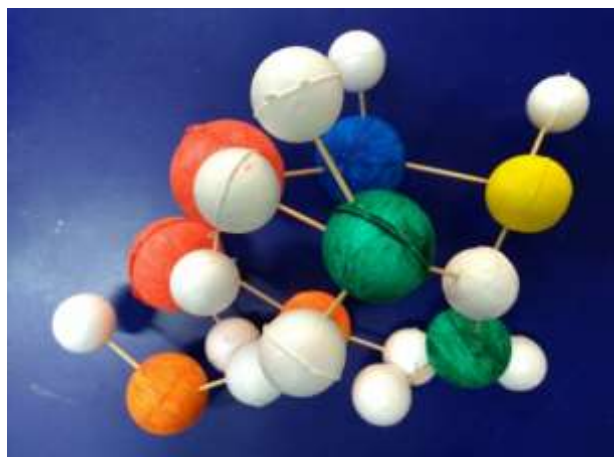
Tabela 3: Resultados do teste Novo Índice de Estilos de Aprendizagem (N-ILS) da Turma Noturno

Dimensão	Polo	Alunos	Preferência Forte	Preferência Média	Preferência Fraca
Percepção	Sensorial	100%	30,76%	30,76%	38,46%
	Intuitivo	-	-	-	-
Entrada	Visual	38,46%	15,38%	7,69%	15,38%
	Verbal	61,53%	-	23,07%	38,46%
Processamento	Ativo	76,92%	23,07%	30,76%	23,07%
	Reflexivo	23,07%	15,38%	-	7,69%
Entendimento	Sequencial	69,23%	15,38%	38,46%	7,69%
	Global	30,76%	7,69%	-	23,07%

Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

A Figura 4 mostra uma partícula de minério de ferro contendo Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , MnO_2 e P_2O_5 , construída pelos alunos (as bolinhas menores brancas representam o oxigênio).

Figura 4 - Modelo construído representando o minério de ferro



Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

Após realizada a Prática pedagógica de aprendizagem colaborativa usando material manipulativo de representação no estudo de balanço de massa com as bolinhas de isopor, os alunos foram submetidos a uma segunda atividade avaliativa sobre o balanço de massa do alto-forno, para verificação da influência desta nova metodologia nos estilos de aprendizagem verificados.

A tabela 4 apresenta as notas médias das atividades avaliativas sobre balanço de massa dos processos siderúrgicos. Os testes, embora diferentes, foram construídos para medir a mesma dimensão nos dois momentos, seguindo a metodologia de testes longitudinais proposta por Hattie (2017). Também é mostrado o resultado do cálculo do Tamanho de Efeito, apresentada para cada turma avaliada no estudo.

Tabela 4 - Resultados das avaliações de balanço de massa

	Turma 1- diurno	Turma 2 - diurno	Turma - noturno
Teste de verificação da aprendizagem 1	2,7	5,2	3,7
Desvio padrão (σ)	3,80	2,75	2,99
Teste de verificação da aprendizagem 2	4,9	7,1	6,6
Desvio padrão (σ)	4,32	3,44	4,79
Tamanho de Efeito	0,54	0,61	0,75

Fonte: Elaboração dos autores, 2019.

Observa-se que, em todos os casos, houve um Tamanho de Efeito superior ao valor de 0,40, valor médio da gaussiana dos resultados de mais de 900 meta-análises baseadas em 240 milhões de alunos. Considerando a média das três turmas, o Tamanho de Efeito obtido na pesquisa é de aproximadamente 0,63. Os resultados obtidos são comparáveis aos estudos realizados por Hattie (2017) com relação aos programas de estímulo tátil (Tamanho de efeito=0,58), programas de percepção visual (Tamanho de efeito=0,55) e aprendizagem em pequenos grupos (Tamanho de efeito=0,49).

Nesta pesquisa, fez-se também entrevista semiestruturada com 12 alunos, para uma breve análise qualitativa da prática pedagógica. Percebeu-se que o uso de material manipulativo não é uma prática comum entre os docentes. Esta é uma prática muito restrita na experiência escolar dos entrevistados. Todos os alunos recomendaram a continuidade desta abordagem metodológica para as próximas turmas, pois o ganho pedagógico foi significativo para eles.

Considerações finais

A utilização de novos materiais pedagógicos, visando a identificar o princípio de conservação da massa nos balanços siderúrgicos foi realizada com sucesso na execução do

balanço de massa dos processos siderúrgicos na disciplina de siderurgia do curso técnico em Metalurgia, proporcionando compreensão do tema por parte dos alunos e melhoria do seu rendimento acadêmico. Embora a técnica pedagógica já tenha sido utilizada no ensino de metalurgia física e em construção de moléculas, foi inédita a utilização desses materiais no balanço de massa de processos siderúrgicos.

Observou-se que, em todos os casos, houve um ganho de aprendizagem superior ao valor padrão de 0,40, considerado como uma intervenção média. Os resultados obtidos são comparáveis aos estudos de meta-análise realizados por Hattie (2017) com relação aos programas de estímulo tátil (Tamanho de Efeito=0,58), programas de percepção visual (Tamanho de Efeito=0,55) e aprendizagem em pequenos grupos (Tamanho de Efeito=0,49). Os resultados alcançados são coerentes com os Estilos de Aprendizagem observados em cada turma, já que os polos sensorial e sequencial foram predominantes em todas as turmas e preponderantes para que os estudantes se sentissem familiarizados com a construção das moléculas de bolinhas de isopor, para executar o seu desmembramento em metais e escória e, posteriormente, executar o balanço de massa dos processos siderúrgicos.

As entrevistas possibilitaram compreender que os alunos acharam a atividade divertida, eles perceberam a própria aprendizagem e todos recomendaram a continuidade dessa abordagem metodológica para as próximas turmas.

Este estudo foi inédito ao se calcular o Tamanho de Efeito com alguma prática pedagógica de aprendizagem colaborativa, usando material manipulativo de representação, e relacioná-lo com os resultados de Estilos de Aprendizagem de uma turma. Além disso, embora bolinhas de isopor já tenham sido utilizadas no ensino de metalurgia física e em construção de moléculas, são escassas as divulgações científicas em educação que abordam a utilização desses materiais no balanço de massa de processos siderúrgicos, contribuindo para o ineditismo do trabalho. Recomenda-se a continuidade dessa prática pedagógica no balanço de massa dos demais processos metalúrgicos bem como nos processos químicos contemplados nas diversas competências relativas aos cursos técnicos, assim como também na disciplina de química do ensino médio.

Referências

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

COLVARA, Laurence Duarte; VIEIRA JUNIOR, Niltom. Os modelos mentais de alunos em relação a vetores em duas e três dimensões: uma análise da dinâmica da aprendizagem e da inadequação das avaliações tradicionais. **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.

55-69, ago. 2010. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000200006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 de abr de 2019.

DUQUE, T. O. et al. Falhas nas avaliações tradicionais em diversos níveis de escolaridade: um estudo envolvendo tópicos de matemática financeira através de níveis e subníveis de modelos mentais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V.15, n.2, p. 427 – 452. 2015.

FELDER, R. M; SOLOMAN, B. A. **Learning styles and strategies**. 1991. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257431200_Learning_and_Teaching_Styles_in_Engineering_Education/link/599831d5a6fdcc2615841d21/download. Acesso em: 16 de nov. de 2019.

FERRARI, M. **Howard Gardner, o cientista das inteligências múltiplas**. Nova Escola. [S.l.], 2008. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1462/howard-gardner-o-cientista-das-inteligencias-multiplas>. Acesso em: 11 de jun. de 2019.

GARDNER, H. **Frames of mind: The theory of multiple intelligences**. New York: Basic Books, 1983.

HATTIE, J. A. C. **Visible Learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement**. London, UK: Routledge, 2009.

HATTIE, J. A. C. **Aprendizagem Visível Para Professores**. 1. Ed. Porto Alegre: Editora Penso, 2017.

PIRONEL, M. et al (Orgs.). **Perspectivas para resolução de problemas**. São Paulo: Editora livraria da física. 472p, 2017.

VAN DER SCHEE, J. **Algumas considerações sobre como estrutura e feedback podem ajudar crianças a aprender geografia**. Giramundo, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.7-14, Jan./Jun. 2014. Disponível em: <https://www.cp2.g12.br/ojs/index.php/GIRAMUNDO/article/download/3/1>. Acesso em: 15 de jun. de 2019.

VIEIRA JÚNIOR, N. Construção e validação de um novo índice de estilos de aprendizagem. In: MCTI; UNESCO; CNPq. (Org.). **Educação para a ciência**. Brasília: MCTI, 2014.

VYGOSTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.