6 Fórum Nacional sobre Currículos de Matemática
Reconstrução nacional e justiça social

BY NC SA

ISSN 2966-2699

Um estudo do alinhamento entre competências técnicas e parâmetros acadêmicos de cursos de Mecatrônica em Michigan

An investigation into the MDE alignment of mechatronics perkins course competencies and common core state standards for Mathematics

Ana Lúcia Braz Dias[1]

Resumo: Este estudo analisa o alinhamento entre as Competências de Curso *Perkins* (PCCs) da mecatrônica e os Padrões Comuns Estaduais para Matemática (CCSSM), fornecido pelo Departamento de Educação de Michigan. A pesquisa busca avaliar a qualidade desse alinhamento em termos de demanda cognitiva e aplicabilidade, identificando padrões de alinhamento e desalinhamento. A análise revelou inconsistências no alinhamento entre as competências técnicas e os padrões matemáticos, além de destacar oportunidades perdidas de integração. O estudo conclui que o alinhamento enfraquece a integração entre currículos acadêmicos e CTE, não sendo adequado para prestação de contas.

Palavras-chave: Alinhamento Curricular. Parâmetros Curriculares Estadunidenses. Mecatrônica. Matemática. Educação Técnica e Profissionalizante.

Abstract: This study analyzes the alignment between the Perkins Course Competencies (PCCs) in mechatronics and the Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM), provided by the Michigan Department of Education. The research seeks to evaluate the quality of this alignment in terms of cognitive demand and applicability, identifying patterns of alignment and misalignment. The analysis revealed inconsistencies in the alignment between the technical competencies and the mathematical standards, as well as highlighting missed opportunities for integration. The study concludes that the alignment weakens the integration between academic and CTE curricula and is not suitable for accountability purposes.

Keywords: Curricular Alignment. Common Core State Standards. Mechatronics. Mathematics. Career and Technical Education.

1 Descrição e Justificativa da Problemática

A integração de habilidades matemáticas em programas de Educação Técnica e Profissionalizante (CTE) tem sido amplamente promovida como uma forma de preparar melhor os estudantes tanto para o ensino superior quanto para o mercado de trabalho. No estado de Michigan, conhecido por sua forte presença nos setores de manufatura e automotivo, os programas de mecatrônica são de particular importância devido à sua conexão direta com indústrias de alta tecnologia. No entanto, o alinhamento entre as Competências de Curso *Perkins* (PCCs) da mecatrônica e os Padrões Comuns Estaduais para Matemática (CCSSM) levanta questões sobre a eficácia dessa integração no desenvolvimento das habilidades cognitivas necessárias. A análise do alinhamento entre as PCCs e os CCSSM é essencial para identificar lacunas que podem comprometer tanto a aplicabilidade prática quanto a profundidade do conhecimento matemático exigido nessas áreas técnicas

2 Perguntas de Pesquisa

O estudo busca responder as seguintes questões: 1. Em que medida as PCC de mecatrônica, como alinhadas pelo Departamento de Educação de Michigan (MDE), atendem às demandas cognitivas

[1] Central Michigan University • Mount Pleasant, MI — Estados Unidos da América • ✉ dias1al@cmich.edu • ORCID 0000-0003-0674-0758

dos *Common Core State Standards for Mathematics* (CCSSM) em termos de fluência procedural, compreensão conceitual e resolução de problemas? 2. Quais padrões de alinhamento e desalinhamento existem no alinhamento fornecido pelo MDE entre as PCCs de mecatrônica e os CCSSM? 3. Até que ponto o alinhamento fornecido pelo MDE reflete uma integração completa de demanda cognitiva, contexto e aplicabilidade entre os dois conjuntos de padrões, e quais oportunidades de alinhamento perdidas podem ser identificadas? 4. Quais são as implicações do alinhamento fornecido pelo MDE para o desenvolvimento futuro do currículo em mecatrônica e educação matemática?

3 Objetivos

Os seguintes são os objetivos do estudo, que correspondem a cada pergunta de pesquisa: a) Avaliar a qualidade geral do alinhamento fornecido pelo MDE entre os PCC de mecatrônica e os CCSSM; b) Examinar tendências específicas no alinhamento, identificando áreas de forte conexão e lacunas; c) Destacar as oportunidades perdidas de alinhamento (por exemplo, células em branco) e fornecer exemplos de como o alinhamento poderia ter sido mais abrangente; d) Discutir o impacto prático do alinhamento e oferecer recomendações sobre como o desenvolvimento futuro do currículo pode abordar as lacunas identificadas.

4 Descrição dos Dados

Os dados utilizados para esta análise foram obtidos no site oficial do Departamento de Educação de Michigan (MDE). O conjunto de dados, intitulado *144201 Mechatronics — Final Academic Alignment*, alinha diversas competências do *Perkins Course Competencies* (PCC) no programa de Mecatrônica com os correspondentes Parâmetros Estaduais Comuns para Matemática (CCSSM). O conjunto de dados está publicamente disponível no site do MDE[2].

Não está completamente claro quem desenvolveu o alinhamento entre as competências e os CCSSM. No entanto, é provável que ele tenha sido preparado por meio de uma colaboração entre desenvolvedores de currículo, especialistas em CTE e o Departamento de Educação de Michigan, em conformidade com os padrões educacionais e industriais mais amplos. Este conjunto de dados serve como base para a análise do alinhamento — ou desalinhamento — entre as competências técnicas exigidas em Mecatrônica e o conteúdo matemático coberto pelos CCSSM.

5 Preparação dos Dados

Concentrei-me apenas nas colunas que continham o Código da Competência, a Declaração da Competência e os Parâmetros de Matemática. Outras colunas, incluindo aquelas relacionadas aos Conceitos Matemáticos, foram desconsideradas. A coluna de Conceitos Matemáticos não foi útil para

[2] https://www.michigan.gov/mde/-/media/Project/Websites/mde/CTE/cte_*cluster*/STEM/144201-Mechatronics---Final-Academic-Alignment.xlsx?rev=2a72b5b78a3b4e1aba1f2df3e5a928fd&hash=34C5ABE523422C7A90CD4B4E7E462FC7

esta análise, pois a informação era redundante (já que fazia parte dos próprios parâmetros) ou estava incorretamente posicionada em alguns casos, aparecendo na linha errada.

Após selecionar as colunas relevantes, o próximo passo foi identificar e descrever todos os parâmetros matemáticos citados no conjunto de dados. Quase todos os parâmetros de matemática referenciados provinham dos Parâmetros Estaduais Comuns (CCSS). No entanto, mais de quarenta por cento dos parâmetros listados não estavam devidamente rotulados e exigiram algum esclarecimento. Isso ocorreu quando os parâmetros foram citados sem o *cluster* correspondente. Em todos os casos, foi possível realizar o esclarecimento sem incertezas.

Em outros casos, o conjunto de dados referenciava um *cluster* completo e não apenas um parâmetro dentro desse *cluster*. Nesse caso, assumi que o documento estava indicando que as Competências do Curso *Perkins* (PCC) estavam alinhadas com todos os parâmetros daquele *cluster*. Por exemplo, quando HS.S.MD foi citado, inferi que isso se referia a todos os sub-itens (parâmetros), incluindo HSS.MD.A.1, HSS.MD.A.2, HSS.MD.A.3, HSS.MD.A.4, HSS.MD.B.5, HSS.MD.B.6 e HSS.MD.B.7.

6 Método de Análise dos Dados

Nas subseções seguintes, descrevo como procedi com o tratamento dos dados e a adaptação dos métodos de Porter (2002) e Porter *et al*. (2011).

Cada par PCC-CCSSM foi comparado em duas dimensões: Demanda Cognitiva, Contexto/Aplicabilidade.

6.1 Demanda Cognitiva

Embora a demanda cognitiva seja mais frequentemente aplicada a tarefas ou avaliações, avaliá-la em parâmetros e competências é uma forma razoável de determinar um aspecto do alinhamento. Os parâmetros muitas vezes informam o design das competências, então avaliar a demanda cognitiva em ambos pode, ao menos, determinar se há desalinhamento.

Os parâmetros descrevem o conhecimento e as habilidades que os estudantes devem adquirir, mas cada parâmetro pode ter diferentes níveis de demanda cognitiva, dependendo de quão profundamente os estudantes precisam se envolver com o conteúdo. Por exemplo, um parâmetro pode exigir que os alunos apenas recordem fatos básicos (baixa demanda cognitiva), apliquem conceitos em situações novas (demanda cognitiva moderada) ou analisem ou avaliem cenários complexos (alta demanda cognitiva). As competências se concentram na aplicação e desempenho de habilidades, que envolvem, de maneira inerente, diferentes demandas cognitivas. Por exemplo, uma competência pode envolver tarefas que exijam a execução simples de uma tarefa rotineira (baixa demanda cognitiva), a

resolução de problemas em contextos desconhecidos (demanda cognitiva moderada) ou a criação de novas soluções (alta demanda cognitiva).

6.2 Contexto/Aplicabilidade

Para cada par (PCC e parâmetro CCSSM), atribuí uma classificação para indicar o grau de alinhamento ou relevância entre a competência e o parâmetro de matemática: Necessário (1): O parâmetro de matemática é essencial para atingir a competência; Útil, mas não essencial (0,5): O parâmetro de matemática é útil, mas não é necessário para abordar completamente a competência; Não exigido (0): O parâmetro de matemática não contribui para atingir a competência. Apliquei esse processo de forma sistemática em todos os 17 pares de competências e parâmetros para avaliar sua relevância.

Para garantir a confiabilidade, pedi a outras duas pessoas, que tinham familiaridade tanto com matemática quanto com mecatrônica, que avaliassem os dezessete itens. Os outros avaliadores (codificadores) não tinham conhecimento das minhas classificações. As discrepâncias foram discutidas com cada um deles até chegarmos a um consenso. Houve discordância e necessidade de estabelecer consenso em apenas cinco das trinta e quatro comparações de confiabilidade entre avaliadores. As razões para as classificações foram mantidas em um código de referência e em anotações.

6.3 Índice de Alinhamento

Para melhor avaliar o grau de alinhamento entre as competências de mecatrônica e os Parâmetros Estaduais Comuns para Matemática (CCSSM), calculei um índice de alinhamento para cada par. Esse índice é baseado nas três demandas cognitivas — fluência procedural, compreensão conceitual e resolução de problemas — e na classificação de Contexto/Aplicabilidade. O índice deve representar a propriedade do alinhamento proposto pelo MDE.

6.4 Padrões de Alinhamento ou Desalinhamento

Para responder a pergunta de pesquisa número 2, procurei padrões nas notas de análise feitas nos procedimentos anteriores.

6.5 Lacunas e Oportunidades Perdidas

Para responder a pergunta de pesquisa número 3, anotei todos os PCC que não foram alinhados com nenhum CCSSM e procurei possibilidades de alinhamento. Não fiz todo o trabalho de alinhamento. Procurei apenas oportunidades, fornecendo alguns exemplos que permitissem responder a se havia ou não oportunidades perdidas, dando uma idea da dimensão da perda.

7 Resultados

Os resultados da análise são mostrados na Tabela 1.

8 Discussão

8.1 Demanda Cognitiva

A análise do alinhamento entre os PCCs (Códigos de Competência Profissional) e os CCSSM (Padrões Comuns Estaduais para Matemática) com relação à demanda cognitiva revelou que os alinhamentos com relação a cada aspecto (habilidades procedurais, compreensão conceitual ou resolução de problemas) foram igualmente inconsistentes. As três distribuições tiveram desvio padrão 0,5, que é o pior caso de dispersão possível.

Tabela 1: Resultados de análise

Par	PCC/CCSSM	Alinhamento em Habilidades Procedurais	Alinhamento em Compreensão Conceitual	Alinhamento em Resolução de Problemas	Contexto/ Aplicabilidade	Índice de Alinhamento
1	A2 & HS.A.REI.B3	1	1	1	0	0,50
2	A5 & .HSS.IC.B.6	0	0	0	0,5	0,25
3	A5 & .HSS.IC.A.1	0	0	1	0	0,17
4	B1 & .6.EE.C.9	0	1	0	0,5	0,42
5	B1 & .7.EE.B.4.a	0	0	0	0,5	0,25
6	B1 & .HSA.CED.A.4	0	0	0	1	0,5
7	B1 & .HSA.REI.A.2	0	0	0	0,5	0,25
8	B2 & .7.SP.A.2	1	1	0	0	0,33
9	C1 & .HSS.ID.A.1	1	1	0	0,5	0,58
10	C3 & .7.EE.B.4.a	1	1	1	0	0,50
11	C4 & .7.G.A.1	1	0	1	0,5	0,58
12	C4 & .HSG.GMD.B.4	0	0	1	0	0,17
13	D1 & .HSS.IC.A.1	0	0	1	0	0,17
14	D1 & .HSS.IC.B.6	0	0	0	0	0,00
15	D3 & .HSS.MD	0	0	0	0,5	0,25
16	D3 & .HSS.ID.A.1	1	1	1	0,5	0,75
17	D5 & .HSS.IC.A.1	1	1	0	0	0,33

Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando-se caso a caso, podemos ver que cinco pares PCC-CCSSM não se alinharam em nenhumas das dimensões de demanda cognitiva. Um alinhamento em um só dos três aspectos foi obtido para quatro dos pares. Alinhamento em dois aspectos ocorreu em quatro casos, e apenas quatro pares PCC-CCSSM foram considerados bem alinhados quanto à demanda cognitiva (foram considerados como tendo um mesmo nível de demanda nos três aspectos).

A demanda cognitiva tanto das competências quanto dos padrões de matemática variou amplamente entre os diferentes pares, mas alguns padrões emergiram:

8.2 Contexto/Aplicabilidade

A segunda dimensão avaliada foi o grau em que os padrões de matemática eram necessários, úteis ou não exigidos para as competências correspondentes. Apenas em um dos pares analisados foi considerado o alinhamento foi considerado bom. Ou seja, pensamos que o CCSSM do par realmente era útil e seria provavelmente mobilizado se a competência correspondente fosse demonstrada. Em outras palavras, acreditamos (eu e os dois avaliadores para confiabilidade) que o alinhamento fazia sentido e que se o PCC fosse trabalhado, o parâmetro de matemática correspondente também poderia ser considerado atingido. Dos outros dezesseis casos, na metade consideramos que o alinhamento não fez sentido algum. Ou seja, na presença da competência nada poderíamos afirmar sobre se o parâmetro do currículo de matemática teria sido atingido ou não. Na outra metade tivemos alguma indulgência ou tolerância, acreditando que talvez o conteúdo do parâmetro em questão pudesse ser mobilizado para a demonstração da competência. Mas nesse caso, o alinhamento também não é bom, pois um alinhamento é usado para fins de *accountability* (prestação de contas). Dizer que o par é alinhado é dizer que o parâmetro é atingido pela demonstração daquela competência.

8.3 Índice de Alinhamento

Dos quatro pares PCC-CCSSM que foram considerados alinhados com relação à demanda cognitiva, em nenhum deles o parâmetro de matemática foi considerado necessário para a realização da competência correspondente. E vice-versa: nos casos em que atribuímos valor 1 ao alinhamento com relação a contexto e aplicabilidade, o nível de demanda cognitiva foi considerado muito diferente.

Por exemplo, consideremos o par B1 & .HSA.CED.A.4: O parâmetro é *reorganizar fórmulas para destacar uma quantidade de interesse, usando o mesmo raciocínio de resolução de equações* (ou seja, *isolar uma variável* em uma equação. A competência B1 é *analisar, explicar e demonstrar elementos e componentes fundamentais da eletricidade em um sistema mecatrônico*. O parâmetro matemático em questão é um dos mais focados em mera fluência procedural. Ainda consideramos que envolve média necessidade de compreensão conceitual (idealmente envolveria, mas na verdade pode ser atingido apenas mecanicamente, sem compreensão conceitual). E não envolve nenhuma resolução de problemas. Nenhumas dessas classificações casou com nossa análise do PCC B1, já que esse envolve alto nível de compreensão conceitual e alguma resolução de problemas. Então o índice calculado reflete esse desalinhamento.

8.4 Lacunas e Oportunidades Perdidas

A lista de PCCs para o curso de mecatrônica tem dezoito itens. Apenas 10 deles foram alinhados com um ou mais parâmetros do currículo de matemática. Várias oportunidades foram perdidas. Por exemplo, a competência C2 (*Analisar, explicar e demonstrar conceitos associados a uma variedade de controles e sensores utilizados na Mecatrônica*) não foi

alinhada com nenhum parâmetro de matemática, mas podemos argumentar que para explicar alguns desses conceitos alguma matemática seja necessária.

Mesmo dentre aqueles que foram alinhados com algum parâmetro podem representar oportunidades perdidas de alinhamentos melhores. Por exemplo, nem a competência D1 (*Utilizar software de design assistido por computador para criar uma variedade de desenhos/projetos utilizados em mecatrônica*) nem a A5 (*Demonstrar a capacidade de interpretar uma variedade de desenhos utilizados em mecatrônica, como, mas não limitado a: plantas, esquemas e documentos CAD)* foram alinhadas a parâmetros da área de geometria. Ambas foram alinhadas a parâmetros da área de probabilidade e estatística e ou domínio *fazer inferências e justificar conclusões*, o que realmente não configura bons alinhamentos.

9 Conclusões

Da forma como foram alinhadas pelo Departamento de Educação de Michigan (MDE), as competências *Perkins* do curso de mecatrônica não atendem às demandas cognitivas dos *Common Core State Standards for Mathematics* (CCSSM). Na totalidade houve desalinhamento ou com relação à demanda cognitiva ou quanto ao contexto e aplicabilidade dos conceitos matemáticos descritos pelo parâmetro à competência correspondida. Muitas oportunidades existem para tal alinhamento feito de forma adequada e que faça sentido, mas tais oportunidades não se concretizaram no alinhamento feito pelo MDE. Como implicação, esse alinhamento enfraquece qualquer tentativa de argumentação que cursos de CTE promovem uma formação acadêmica em matemática adequada, e não passariam em uma auditoria bem feita de *accountability* (prestação de contas).

Referências

ASCD. *Unpacking standards*. The Common Core Standards and the Understanding by Design® Framework. 2012.

PORTER, Andrew C. Measuring the content of instruction: uses in research and practice. *Educational Researcher*, v. 31, n. 7, p. 3-14, 2002.

PORTER, Andrew; MCMAKEN, Jennifer; HWANG, Jun; YANG, Rui. Common Core Standards: The new U.S. intended curriculum. *Educational Researcher*, 40, n. 3, p. 103-116, 2011.