

Programa Brasil-EUA de Modernização do ensino de graduação (PMG
CAPES-Fulbright): há 4,5 anos transformando a educação em
engenharia no Brasil

INOVAÇÕES NAS DISCIPLINAS DO NÚCLEO COMUM DAS ENGENHARIAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA PUCPR

Nome: Karla Cristiane Arsie
E-Mail: karla.arsie@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Suzana Valaski
E-Mail: suzana.v@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Izabela Patricio Bastos
E-Mail: izabela.patricio@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Camila Fukuda Gomes Santos
E-Mail: camila.fukuda@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Arnaldo Carlos Muller Junior
E-Mail: arnaldo.junior@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Ricardo Jose Bertin
E-Mail: ricardo.bertin@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Ricardo Alexandre Diogo
E-Mail: r.diogo@pucpr.br
IES: PUCPR

Resumo:

A PUCPR é uma das oito universidades, no contexto do Programa de Modernização da Graduação (PMG), que conduz iniciativas inovadoras para a Educação em Engenharia. Dentre elas, a formação de competências nos estudantes foi adotada na Escola Politécnica, devendo ser aplicada do primeiro ao último período de cada curso de engenharia. Portanto, todo o núcleo comum de disciplinas das engenharias foi afetado. O presente trabalho tem o objetivo de disseminar as inovações presentes nos eixos de formação básica de engenharia, ou seja, nas disciplinas dos Eixos de Matemática, Física, Química e Projetos e Sistemas. Cada um dos quatro eixos apresentam as suas contribuições e resultados parciais.

INOVAÇÕES NAS DISCIPLINAS DO NÚCLEO COMUM DAS ENGENHARIAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA PUCPR

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) propôs uma transformação da Educação Superior por meio do seu Plano de Desenvolvimento da Graduação (PDG) (PUCPR, 2016). Consequentemente, a Escola Politécnica começou com os seus trabalhos de modernização da Educação em Engenharia em 2017, propondo a formação de competências nos estudantes (Ferretti Manffra et al., 2021; Scallion, 2017). Os novos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC), com matrizes curriculares ofertadas a partir de 2018, usam intensivamente ambientes de aprendizagem atualizados (Cebrián et al., 2020; Kallel & Chniter, 2019; Spector, 2018; Tikhomirov et al., 2015; V. L. Uskov et al., 2016) para as metodologias baseadas em aprendizagem ativa (Hartono et al., 2018; Makarova et al., 2019; Park et al., 2013; V. Uskov et al., 2018) com o objetivo de se formar as competências do profissional do presente e do futuro.

Devido ao pioneirismo na modernização dos espaços de aprendizagem e adoção das metodologias baseadas em aprendizagem ativa, em 2018, a PUCPR foi uma das oito universidades contempladas no PMG. Desde então, a Escola Politécnica, por meio da Engenharia de Controle e Automação, é responsável por disseminar as boas práticas da Educação Inteligente (Dneprovskaya et al., 2019; V. L. Uskov et al., 2016) nos seus cursos de engenharia. Entretanto, a difusão ultrapassa as barreiras da Escola Politécnica e da própria universidade. Publicações têm sido divulgadas em periódicos e livros (Diogo, dos Santos, et al., 2023; Diogo et al., 2019, 2022; Diogo, Loures, et al., 2021, 2023b, 2023a; Diogo, Szejka, et al., 2021; Diogo, Venâncio, et al., 2021).

Como forma de amadurecimento, a Escola Politécnica propôs, a partir de 2023, uma nova alteração curricular em seus cursos de engenharia, com foco no Núcleo Comum das Engenharias. Nesse contexto, este trabalho busca disseminar as inovações implementadas nas disciplinas do referido núcleo na Escola Politécnica da PUCPR.

Antes de se relatar as inovações presentes nos eixos comuns dos cursos de engenharia, faz-se necessário descrever quais são as competências comuns dos profissionais de engenharia formados pela Escola Politécnica da PUCPR.

Competências Comuns formadas na Escola Politécnica da PUCPR

Os cursos de Engenharia da Escola Politécnica têm as seguintes competências comuns:

C1: Conceber soluções para problemas de contexto real, aplicando corretamente o método de engenharia, demonstrando autonomia, cooperação e precisão.

C2: Elaborar proposta de intervenção, mobilizando técnicas e ferramentas de gestão em uma perspectiva sistêmica, demonstrando responsabilidade social, ética e profissional.

Os eixos de Matemática, Física, Química e Projetos e Sistemas abrigam disciplinas que contribuem para a formação das competências compartilhadas entre os estudantes de engenharia.

Disciplinas do Eixo da Matemática

Ao considerar as competências do Núcleo Comum, é esperado que o estudante não apenas compreenda e utilize adequadamente as ferramentas matemáticas para solucionar problemas, mas também demonstre habilidade em avaliar a pertinência e precisão das soluções obtidas.

Nos livros didáticos isso é muito pouco explorado e por conta disso foi necessário criar um material de apoio para que estudante e professor conseguissem trabalhar a competência de forma eficiente.

Nas primeiras versões das disciplinas do eixo da matemática, em 2018, notou-se que as avaliações formativas, somativas e o material de apoio não estavam efetivamente auxiliando os estudantes a alcançar os resultados de aprendizagem. Os professores enfrentaram dificuldades significativas ao explorar a competência, pois algumas ferramentas careciam de exemplos reais ou exigiam um raciocínio lógico muito avançado, o que se tornava desafiador para estudantes nos primeiros períodos. Com base nessa experiência, buscou-se aprimorar as abordagens e recursos pedagógicos.

Após reuniões e discussões com o grupo de professores, criou-se uma abordagem eficaz para abordar os resultados de aprendizagem em diversos tópicos. Problemas resolvidos, com etapas detalhadas, foram apresentados aos estudantes. Eles avaliaram e argumentaram sobre cada etapa com base em elementos matemáticos, aprimorando análise e compreensão. Isso fortaleceu sua confiança na resolução e verificação de problemas.

Essa estratégia levou a uma notável melhoria no desempenho dos estudantes, que resolveram problemas usando ferramentas matemáticas de forma mais precisa. Isso decorre da reflexão e análise para identificar erros, o que aprofunda a compreensão de conceitos e ferramentas matemáticas. Resumidamente, essa abordagem estimula habilidades críticas e domínio efetivo dos conteúdos.

Outro ponto importante de inovação nas disciplinas do eixo da matemática foi a reformulação da disciplina do primeiro período, com foco nos temas de estudo "limite e derivada de função de uma variável real". Na versão inicial da disciplina em 2018, esses tópicos eram abordados na sequência clássica, primeiro limite e depois derivada. Contudo, notou-se que as principais aplicações de derivadas acabavam sendo abordadas apenas nas últimas semanas de aula, resultando em uma falta de tempo para explorar detalhadamente todos os conceitos relevantes.

Com essa percepção, optou-se por reorganizar os temas de estudo de forma que "limite e derivada" fossem trabalhados ao longo de todo o semestre, enquanto os tipos de funções que modelam os problemas variam conforme o andamento das semanas. Essa abordagem permitiu uma exploração mais aprofundada dos conceitos ao longo do curso, garantindo que os estudantes pudessem assimilar os fundamentos necessários antes de avançar para aplicações mais complexas.

Com essa estratégia, percebeu-se que o estudante se apropriou de forma satisfatória das ferramentas matemáticas conseguindo levar esses conceitos para os semestres seguintes.

Disciplinas do Eixo de Física

O desenvolvimento da disciplina de Modelagem do Mundo Físico (MMF) é guiado por três resultados de aprendizagem (RAs) fundamentais.

Primeiro, os estudantes aprendem a interpretar os fenômenos físicos relacionados ao movimento translacional por meio dos princípios e leis fundamentais da Mecânica e suas interações. Em seguida, eles aplicam esses mesmos princípios e leis para resolver problemas relacionados ao movimento translacional com precisão. Por fim, os alunos aprimoram suas habilidades analíticas ao avaliar a adequação das soluções de problemas de Engenharia que envolvem o movimento translacional, considerando requisitos e restrições, e utilizando tanto ferramentas experimentais quanto computacionais.

O uso de vetores nas disciplinas do Eixo de Física desempenha um papel essencial na representação geométrica e analítica dos fenômenos físicos, bem como na resolução de problemas complexos. Entretanto, no primeiro período do eixo da matemática, o conteúdo relacionado a vetores não é contemplado, o que pode tornar mais desafiador para os alunos compreenderem a estruturação dos conceitos da mecânica.

Reconhecendo essa lacuna, foi tomada a decisão de inserir o conteúdo de vetores nos temas de estudo da disciplina, visando fornecer uma base matemática sólida. Com essa abordagem, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver habilidades conceituais fundamentais para uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos físicos abordados no curso. Dessa forma, eles estarão mais bem preparados para enfrentar os desafios e aplicar de forma eficiente os conceitos de vetores nas análises e soluções de problemas complexos de física.

A abordagem dos vetores em Física é realizada em dois níveis essenciais: teórico e experimental. Nas aulas teóricas, os alunos aprendem os conceitos fundamentais dos vetores, incluindo a representação gráfica, as operações matemáticas (adição e subtração), a decomposição em componentes e, principalmente, a utilização dos versores. Enfatiza-se a aplicação dos vetores em diversas situações físicas, tais como movimentos em duas ou três dimensões, forças em equilíbrio, lançamento de projéteis, entre outros.

Já nas aulas experimentais, os estudantes têm a oportunidade de aplicar os conceitos teóricos aprendidos em situações práticas. Por meio de experimentos cuidadosamente projetados, eles podem visualizar e comprovar as propriedades dos vetores na prática. Essa abordagem combinada entre teoria e experimentação proporciona aos alunos uma

compreensão sólida e abrangente dos vetores, capacitando-os a utilizar essa importante ferramenta matemática em contextos físicos diversos.

Para complementar a parte teórica, aulas práticas e experimentos são realizados para estruturar os conceitos essenciais de vetores na prática. Os estudantes têm a oportunidade de vivenciar e observar fenômenos

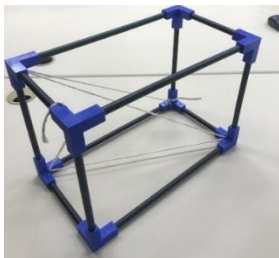


Figura 1. Estrutura tridimensional para aulas práticas.

físicos que envolvem grandezas vetoriais, aplicando seus conhecimentos matemáticos para analisar e resolver problemas reais. Como exemplo, foram confeccionadas as estruturas tridimensionais da Figura 1 para utilizar nas aulas práticas.

Também foi incorporado o uso do Excel para criar gráficos e analisar dados experimentais ou resultados de simulações. Isso proporcionou uma abordagem prática e eficiente para analisar dados e tornar a compreensão de fenômenos físicos mais acessível. Além disso, a familiaridade com essa ferramenta amplamente utilizada em diversas áreas pode beneficiar os estudantes pela inserção do uso já no primeiro período.

Por outro lado, na disciplina de Fenômenos Mecânicos e Térmicos (FMT), são abordados os mesmos RAs presentes na disciplina de MMF, porém em diferentes contextos e situações. Essa abordagem espiralada, associada aos mesmos RAs, fortalece habilidades abrangentes na resolução de problemas.

Através dessa espiralidade conceitual, os estudantes são expostos a múltiplas aplicações dos conceitos aprendidos, o que os ajuda a aprofundar seu entendimento e aplicação prática. Essa abordagem reforça o desenvolvimento de competências sólidas e versáteis,

permitindo que eles enfrentem uma ampla variedade de desafios em suas carreiras e estudos futuros.

Também incluímos a prática de redigir análises embasadas sobre atividades práticas relacionadas a fenômenos translacionais, rotacionais, oscilatórios, hidrostáticos e termodinâmicos. Isso leva os estudantes a refletirem sobre conceitos teóricos e sua aplicação prática, aprofundando a compreensão. A conexão entre teoria e prática é ampliada, pois os estudantes avaliam resultados, identificam erros, reconhecem padrões e tiram conclusões. Essas habilidades de pensamento crítico são valiosas em diversas áreas acadêmicas e profissionais. A documentação escrita das análises reforça a confiança dos estudantes em suas habilidades de pesquisa e compreensão dos fenômenos físicos, sendo crucial para o registro do conhecimento científico.

Outra inovação presente na disciplina é o uso de ferramentas de estudo dirigido no Trabalho Discente Efetivo (TDEs). Essa metodologia oferece um processo de aprendizado estruturado e progressivo. Além disso, o feedback contínuo complementa esse processo, proporcionando orientação e motivação para a aprendizagem dos estudantes. Esses elementos trabalham em conjunto para criar uma dinâmica de aprendizado que permite aos alunos adquirirem mais autonomia durante o processo.

Disciplinas do Eixo da Química

A disciplina de Química Geral é ministrada no 1º período para os cursos de Engenharia Mecânica, Civil e Química. A inovação é a inclusão do contato extensionista, promovido pelos estudantes com a comunidade.

Durante a atividade extensionista, os estudantes coletam água de parques públicos e realizam análises físico-químicas. O objetivo dessas análises não é fiscalizar, mas conscientizar a população. Afinal, o descarte inadequado de resíduos por frequentadores dos parques pode levar à contaminação das águas, excedendo os parâmetros aceitáveis estabelecidos pelas legislações.

Ao concluir as análises, os estudantes produzem um vídeo que busca conscientizar a sociedade sobre a importância de adotar cuidados responsáveis com o meio ambiente. O vídeo destaca os riscos

associados ao descarte incorreto de resíduos e ressalta a necessidade de preservar a qualidade das águas nos parques e em nosso entorno.

Essa atividade extensionista desempenha um papel relevante na formação dos estudantes, pois eles têm a oportunidade de aplicar seus conhecimentos em um contexto real, contribuindo diretamente para a sensibilização e educação ambiental da comunidade

Por outro lado, na disciplina de Química Geral Aplicada, os estudantes dos cursos de Engenharia Biomédica, de Computação, de Controle e Automação, Elétrica e Mecatrônica se engajam em uma ação de conscientização sobre o descarte adequado de resíduos eletrônicos. Durante as aulas práticas, eles classificam e caracterizam os resíduos eletrônicos, compreendendo sua composição e impacto ambiental. Ao final da atividade, os estudantes criam um folheto informativo contendo instruções sobre o correto descarte dos resíduos.

O folheto produzido é uma ferramenta eficaz para disseminar informações relevantes e orientar a população sobre as melhores formas de descarte. Dessa forma, a disciplina de Química Geral Aplicada não apenas contribui para a formação acadêmica dos estudantes, mas também desempenha um papel significativo na conscientização ambiental, incentivando ações responsáveis e a preservação do meio ambiente.

Inovações do Eixo de Projetos e Sistemas

A disciplina anterior, Concepção e Design em Engenharia (CDE), possuía 4 RAs, para se formar a C1. A abordagem resultava em muitas atividades avaliativas e uma grande quantidade de conteúdo a ser abordado.

Na disciplina atual de Desenho e Simulação em Engenharia (DSE), optou-se por uma nova abordagem, removendo os conteúdos relacionados ao desenho técnico. Esses temas agora são trabalhados em disciplinas específicas de cada curso, permitindo atender às particularidades e necessidades de cada área de engenharia de forma mais aprofundada.

A mudança foi adotada com o intuito de otimizar o aprendizado, focando na qualidade das informações e nas competências essenciais de cada

disciplina. Ao direcionar o estudo do desenho técnico para disciplinas específicas, os estudantes têm a oportunidade de explorar de maneira aprofundada os conceitos, desenvolvendo habilidades técnicas e práticas relevantes para suas futuras carreiras profissionais. A nova abordagem visa proporcionar uma experiência de aprendizado consistente e alinhada às necessidades individuais de cada curso de engenharia.

A redução de conteúdo possibilitou maior ênfase no desenvolvimento de soluções. O método da engenharia e a aplicação do *design thinking* foram aprofundados, permitindo que os estudantes desenvolvam o paradigma mental do engenheiro com maior qualidade.

Outra inovação foi o uso do novo Espaço de Realidade Estendida para prática de impressão 3D com todos os estudantes. Eles são treinados no uso das impressoras e podem utilizá-las para o desenvolvimento do projeto da disciplina.

A disciplina de Raciocínio Computacional para Engenharia (RCE) foi criada para atender à demanda dos cursos de engenharia da grande área “elétrica”, que requerem dos estudantes um conhecimento mais aprofundado em raciocínio computacional, em comparação ao que é atualmente abordado na disciplina de Computação Aplicada à Engenharia (CAE).

A disciplina foca no desenvolvimento do raciocínio dos estudantes, abordando algoritmos e lógica para resolver problemas de engenharia. Utiliza a linguagem de programação C, mais apropriada para disciplinas futuras dos estudantes do que Python.

O foco no desenvolvimento do raciocínio é essencial para capacitar os estudantes a pensar de forma estruturada e analítica na resolução de problemas complexos. Os conceitos de algoritmos e lógica de programação são fundamentais para o desenvolvimento de soluções eficientes e precisas em diversas áreas da engenharia.

Outra diferença em relação à CAE é o esforço para desenvolver nos estudantes uma visão crítica dos algoritmos desenvolvidos. Durante o curso, eles aprendem a interpretar e analisar códigos, bem como propor mudanças e melhorias.

Essa abordagem visa capacitar os estudantes a não apenas dominar as técnicas de programação, mas também a compreender a lógica e a eficiência dos algoritmos utilizados. Ao desenvolver uma visão crítica, os alunos são incentivados a questionar e aperfeiçoar suas soluções, tornando-se programadores mais habilidosos e criativos.

Conclusão

Com os relatos apresentados nos quatro eixos de formação comum dos cursos de engenharia da Escola Politécnica da PUCPR, percebe-se que houve o amadurecimento nos processos de ensino-aprendizagem para a formação de competências nos estudantes. A transição de matrizes curriculares baseadas em conteúdos para matrizes de formação de competências trouxe consigo alguns problemas antes não identificados. Isso é normal em mudanças disruptivas. A maturidade é percebida quando há trabalhos de melhoria contínua nos cursos e no seu Núcleo Comum. Os quatro eixos demonstraram que foram capazes de analisar o processo formativo, identificar as falhas, propor correções e aplicá-las nas disciplinas que colaboram para a formação de competências comuns em seus estudantes.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com financiamento de Projeto Institucional de Modernização pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes), no âmbito do Programa Capes PMG - EUA, processo nº 88881.302193/2018-01, e com financiamento da Comissão Fulbright Brasil.

Referências

- Cebrián, G., Palau, R., & Mogas, J. (2020). The smart classroom as a means to the development of ESD methodologies. *Sustainability (Switzerland)*, 12(7), 2005–2014. <https://doi.org/10.3390/su12073010>
- Diogo, R. A., Donaisky, E., Pierezan, R., Malucelli, A., Szejka, A. L., & Deschamps, F. (2019). Projeto Institucional de Modernização (PIM) da Engenharia de Controle e Automação da PUCPR. In *Resumos da Sessão Especial sobre o*

Programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior (PMG – EUA), financiado pela CAPES e pela Comissão Fulbright. ABENGE.

- Diogo, R. A., dos Santos, N., & Loures, E. F. R. (2023). 13 - Digital Transformation of Engineering Education for Smart Education: A systematic literature review. In M. Ram & L. Xing (Eds.), *Reliability Modeling in Industry 4.0* (1st ed., pp. 407–438). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99204-6.00002-9>
- Diogo, R. A., Kolbe Júnior, A., Loures, E. de F. R., & dos Santos, N. (2022). A synchronous remote laboratory as an alternative to mechatronics engineering practical classes during the covid-19 pandemic. *International Journal of Development Research*, 12, 56656–56661. <https://www.journalijdr.com/synchronous-remote-laboratory-alternative-mechatronics-engineering-practical-classes-during-covid-19>
- Diogo, R. A., Loures, E. de F. R., & dos Santos, N. (2021). Modernization of Undergraduate Education Program (PMG). *Proceedings of the 2nd South American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Diogo, R. A., Loures, E. de F. R., & Santos, N. (2023a). Improving Brazilian Engineering Education: real engineering challenges in an IIoT undergraduate course. In C. M. Hussain & D. Rossit (Eds.), *Designing Smart Manufacturing Systems* (1st ed.). Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/designing-smart-manufacturing-systems/hussain/978-0-323-99208-4>
- Diogo, R. A., Loures, E. de F., & Santos, N. (2023b). Improving Brazilian Engineering Education: real engineering challenges in an IIoT undergraduate course. In D. Hussain, Chaudhery Mustansar; Rossit (Ed.), *Designing Smart Manufacturing Systems* (1st ed.). Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/designing-smart-manufacturing-systems/hussain/978-0-323-99208-4>

- Diogo, R. A., Szejka, A. L., Venâncio, A. L. A. C., Donaisky, E., Pierezan, R., Loures, E. de F. R., & Malucelli, A. (2021). Projeto Institucional de Modernização da Engenharia de Controle e Automação da PUCPR. In *Planejamento e Primeiros Resultados dos Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/20)*. ABENGE.
- Diogo, R. A., Venâncio, A. L. A. C., Santos, M. A. R., Loures, E. de F. R., & dos Santos, N. (2021). Real Engineering Problems in an Undergraduate Course: The learning methodologies and assessment tools. *World Engineering Education Forum*.
- Dneprovskaya, N. V., Komleva, N. V., & Urintsov, A. I. (2019). The Knowledge Management Approach to Digitalization of Smart Education. In Z. Hu, S. V. Petoukhov, & M. He (Eds.), *AIMEE2018 2018: Advances in Artificial Systems for Medicine and Education II* (Vol. 902, pp. 641–650). Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-12082-5_58
- Ferretti Manfira, E., Valenga, F., Diogo, R. A., Bertin, R. J., Francesconi, T., & Malucelli, A. (2021). Construção de Currículo por Competências nas Engenharias: lições aprendidas na PUCPR. In *O futuro da formação em engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades*. CNI. <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2021/6/o-futuro-da-formacao-em-engenharia-uma-articulacao-entre-demandas-empresariais-e-boas-praticas-nas-universidades/>
- Hartono, S., Kosala, R., Supangkat, S. H., & Ranti, B. (2018). Smart Hybrid Learning Framework Based on Three-Layer Architecture to Bolster Up Education 4.0. *Proceeding - 2018 International Conference on ICT for Smart Society: Innovation Toward Smart Society and Society 5.0, ICISS 2018*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICTSS.2018.8550028>
- Kallel, I., & Chniter, M. (2019). Building Collaborative e-Learning Teams in a Smart Education Environment. *5th IEEE International Smart Cities Conference (ISC2 2019)*, 324–329.

- Makarova, I., Shubenkova, K., & Antov, D. (2019). Digitalization of Engineering Education: From E-Learning to Smart Education. In M. E. Auer & R. Langmann (Eds.), *Smart Industry & Smart Education* (pp. 32–41). Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-95678-7_4
- Park, J. H., Choi, J. W., & Lee, Y. J. (2013). Analysis of instruction models in smart education. *Proceedings of the International Conference E-Learning 2013, Table 1*, 323–326.
- PUCPR. (2016). Plano de Desenvolvimento da Graduação. In *PUCPRes*. PUCPRes. https://www.pucpr.br/estatico/pdg/_assets/files/plano_de_de_senvolvimento_da_graduacao.pdf
- Scallon, G. (2017). *Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências*. PUCPRes. <https://books.google.com.br/books?id=gWEwDwAAQBAJ>
- Spector, J. M. (2018). Smart learning futures: a report from the 3rd US-China smart education conference. *Smart Learning Environments*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0054-1>
- Tikhomirov, V., Dneprovskaya, N., & Yankovskaya, E. (2015). Three Dimensions of Smart Education. In V. L. Uskov, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.), *Smart Education and Smart e-Learning* (pp. 47–56). Springer International Publishing.
- Uskov, V., Bakken, J. P., Aluri, L., Rachakonda, R., Rayala, N., & Uskova, M. (2018). Smart pedagogy: Innovative teaching and learning strategies in engineering education. *EDUNINE 2018 - 2nd IEEE World Engineering Education Conference: The Role of Professional Associations in Contemporaneous Engineer Careers, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE.2018.8450962>
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Pandey, A., Singh, U., Yalamanchili, M., & Penumatsa, A. (2016). Smart University Taxonomy: Features, Components, Systems. In V. L. Uskov, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.), *Smart Education and e-Learning 2016* (pp. 3–14). Springer International Publishing.