

A alta performance da pesquisa no Ensino de Física no contexto de um evento de Física “dura”

¹ Reboredo, G.C.

¹ Físico licenciado, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.

E-mail: ¹ guilherme.creboredo@educador.edu.es.gov.br

Resumo

Este estudo examina a inserção e a dinâmica do Ensino de Física (EF) no Encontro Científico de Física Aplicada (ECFA) entre 2014 e 2024 por meio de uma abordagem mista que incluiu levantamento quantitativo dos 63 artigos completos com o descritor “Ensino de Física” (média anual de 6,3 trabalhos, equivalente a 17,6% da produção total, com picos de até 32,4%), análise estatística descritiva, análise de coocorrência de palavras-chave e construção de rede semântica de coautoria institucional. Os resultados indicam hegemonia de descritores clássicos (como “PIBID”), agendas emergentes (como a “teoria e ciência de redes”) e determinadas lacunas (como “inclusão”), ao mesmo tempo em que revelam núcleos institucionais centrais: IFES, UFES e secretarias de educação. Os resultados indicam que a consolidação do EF em um evento de Física/Ciência “dura” reflete uma resistência epistemológica que legitima o ensino como campo científico robusto, sustentado por um ecossistema colaborativo híbrido que integra tradição acadêmica e inovação na Educação Científica.

Palavras-chave: *Encontro Científico de Física Aplicada, Ensino de Física, Física dura, Ciências duras*

Abstract

This study examines the integration and dynamics of Physics Education (PE) within the Encontro Científico de Física Aplicada (ECFA) from 2014 to 2024, employing a mixed-methods approach. This included a quantitative survey of the 63 full papers containing the descriptor 'Physics Education' (annual mean: 6.3 papers, equivalent to 17.6% of total output, peaking at 32.4%), descriptive statistical analysis, keyword co-occurrence mapping, and construction of an institutional co-authorship semantic network. The results indicate a hegemony of classical descriptors (e.g., 'PIBID'), emerging agendas (e.g., 'network theory and science'), and critical gaps (e.g., 'inclusion'), while revealing central institutional hubs: IFES, UFES, and state education departments. The findings demonstrate that the consolidation of PE in a 'hard' science/physics event reflects an epistemic resistance that legitimizes teaching as a robust scientific field, sustained by a hybrid collaborative ecosystem integrating academic tradition and innovation in Science Education.

Keywords: *Encontro Científico de Física Aplicada, Physics Education, Hard Physics, Hard Sciences*

1. Introdução

O Encontro Científico de Física Aplicada (ECFA) é um evento acadêmico capixaba, organizado pelo Grupo de Física Aplicada da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), que surgiu em 2010 com o propósito de promover uma comunicação científica lúdica, prática e teórica através de minicursos, palestras, seminários e publicação de artigos. Realizado com periodicidade anual, o ECFA busca integrar a Física aos aspectos da vida cotidiana, fomentar a formação de novos professores e cientistas e abrange uma ampla diversidade de eixos temáticos dentro da Física Aplicada, como Ciência dos Materiais, Ciências Biológicas, Modelagem Computacional até Geociências,

consolidando-se em um período de 15 anos, como um espaço acadêmico coeso para apresentação e publicação indexada de pesquisas desenvolvidas, principalmente na região do Espírito Santo.

A pesquisa em Ensino de Ciências nesse contexto, abrangendo a Física, Química, Biologia e Matemática, configura-se como um eixo notável no ECFA desde sua gênese, inicialmente designado como "Atualização de Professores". Sua inserção entre eixos tradicionalmente categorizados como "ciências duras" revela uma tensão paradigmática: o jargão, amplamente difundido no vocabulário acadêmico, opera como marcador hierárquico que marginaliza investigações educacionais, atribuindo-lhes um estigma de menor rigor

epistemológico. Essa dicotomia não apenas reflete preconceitos arraigados, mas também perpetua a desvalorização de pesquisas que, paradoxalmente, demonstram robustez metodológica e relevância social equivalente.

A hierarquia acadêmica que privilegia pesquisas experimentais ou teórico-matemáticas em detrimento de estudos educacionais é um fenômeno histórico. Como destacam Santos e Galletti (2023), desde o período colonial brasileiro, o ensino de ciências foi relegado a um plano secundário frente às pesquisas "puristas" [1]. Contudo, o estudo cartográfico de Reboredo et al. (2024) revela uma contradição estrutural: conforme ilustrado na Figura 1, "Ensino de Física" constitui a palavra-chave mais recorrente na trajetória histórica do ECFA [2].

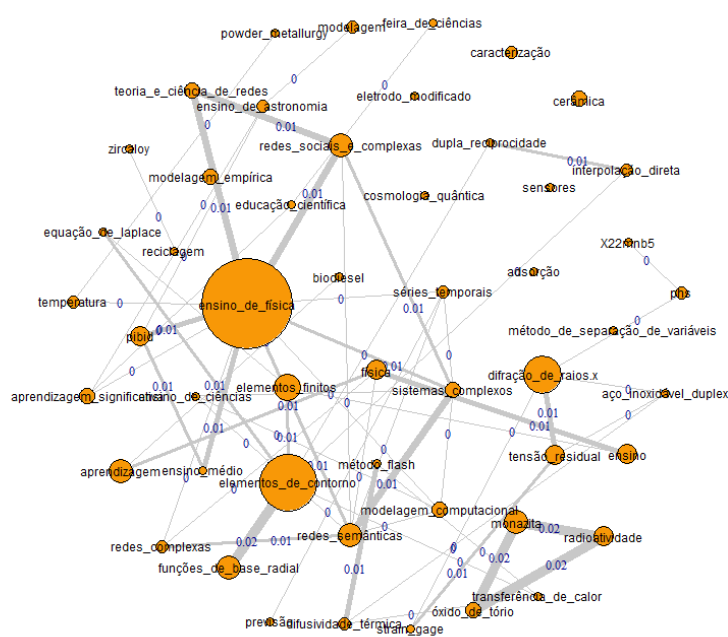


Figura 1: Rede semântica das palavras-chave historicamente mais presentes nos artigos completos publicados nos anais do Encontro Científico de Física Aplicada, com um corte de frequência de ocorrência de $Fr > 3$. Fonte: Reboredo et al. (2024).

Esse achado não apenas expõe o paradoxo entre a marginalização discursiva e a centralidade empírica da área, mas também ilumina as estratégias de resistência adotadas por seus pesquisadores. Ao ocuparem sistematicamente espaços acadêmicos tradicionalmente dominados por "ciências duras", demonstram para os pares, através de metodologias rigorosas e produção científica robusta, que o Ensino configura-se como campo epistêmico legítimo, portador de paridade metodológica com quaisquer outras formas de investigação científica.

Diante da expressiva proeminência da produção em Ensino de Física no ECFA, que contrasta com o volume modesto de certas áreas tradicionalmente categorizadas como da Física “duras”, esta pesquisa propõe-se a examinar todos os artigos indexados sobre o tema ao

longo de uma década (2014-2024). Este recorte temporal justifica-se pela consolidação do formato de artigos completos no evento (iniciado no **V ECFA**), até sua última edição disponível (**XIV ECFA**). O objetivo central reside em mapear os vestígios dessa tradição investigativa, analisando seu papel na configuração epistemológica e institucional do encontro.

2. Metodologia

Esta pesquisa adota uma abordagem descritiva de natureza mista, integrando análises quantitativas e qualitativas para mapear e examinar artigos completos sobre Ensino de Física indexados nos anais do Encontro Científico de Física Aplicada (ECFA) entre 2014 (**X edição**) e 2024 (**XIV edição**). O *corpus* foi delimitado exclusivamente a trabalhos completos publicados nas atas oficiais, garantindo homogeneidade documental, com critérios de seleção que incluíram: a ocorrência do descritor "Ensino de Física" em título, palavras-chave ou resumo; e a inclusão expansiva de produções com descritores afins (como "ensino de astronomia"), mesmo sem menção explícita ao ensino de Física. A coleta de dados envolveu uma investigação sistemática dos anais em plataformas oficiais, com extração e registro das variáveis título, palavras-chave, resumo, eixo temático, autoria e filiação institucional, organizadas via *Google Sheets* para processamento subsequente.

Para a análise, empregou-se o referencial teórico-metodológico das redes complexas no sentido de Bruun (2016), que concebe sistemas relacionais como objetos matemáticos mensuráveis [3]. A operacionalização incluiu pré-processamento com lematização terminológica para normalização semântica, seguida da construção de redes institucionais de coautoria. A análise foi realizada mediante integração do ambiente estatístico R [4] com o software IRAMuTeQ [5], aplicando-se a funcionalidade de análise de similitude pela frequência de co-ocorrência [6] e frequência múltipla, as quais subsidiaram a interpretação crítica dos padrões de colaboração e consolidação epistemológica do campo no evento.

3. Discussão dos resultados

No período analisado (2014-2024), identificaram-se 63 artigos sobre Ensino de Física (EF) dentre 357 artigos completos publicados nos anais do ECFA, representando quase $\frac{1}{5}$ da produção de artigos completos do encontro (17,6%). Observa-se uma volatilidade considerável: por um lado, temos edições acima da média anual de trabalhos de EF, como no **VII ECFA** (2016) e **XIV ECFA** (2024), ambos com 9 artigos, correspondendo a 22.5% e 29% respectivamente, do total; diagnosticamos também picos expressivos como no **XIII ECFA** (2023) com 12 artigos exclusivamente sobre EF, representando quase $\frac{1}{3}$ do total (32.4%); e por outro lado, vales críticos como no **VI ECFA** (2015) com nenhum (0 artigos de EF) e no **X ECFA** (2019) com

ínfimos 2 artigos, correspondendo a 7.4% do total. A tabela 1 indica todos esses parâmetros mapeados.

Tabela 1: Panorama sobre o período analisado do ECFA.

Edição	Ano	nº art. EF	nº art. total
V ECFA	2014	2	53
VI ECFA	2015	0	31
VII ECFA	2016	9	40
VIII ECFA	2017	7	52
IX ECFA	2018	5	23
X ECFA	2019	2	27
XI ECFA	2021	6	37
XII ECFA	2022	11	26
XIII ECFA	2023	12	37
XIV ECFA	2024	9	31

Em termos gerais, a média anual de artigos de Ensino de Física (EF) é de 6,3, com desvio padrão (σ) de 4,1, mediana de 6 artigos e amplitude variando de 0 a 12 por edição. Em contraste, a média anual de artigos completos publicados no evento é de 35,7 ($\sigma = 10,9$), com mediana de 37 e amplitude de 23 a 53. A proporção média de artigos de EF em relação ao total é de 19,1% ($\sigma = 9,8\%$), com valor mínimo de 0% e máximo de 32,4%. O coeficiente de variação da produção em EF é de aproximadamente 65%, indicando uma dispersão elevada ao redor da média, refletindo as flutuações diagnosticadas entre os anos.

Ainda assim, os dados sugerem que, apesar dessas oscilações, o subcampo do EF mantém uma presença estruturalmente relevante e contínua na dinâmica do ECFA ao longo da última década. O mesmo vale para a pluralidade temática abordada na produção de EF, como indica a Tabela 2 elaborada a partir das palavras-chave inseridas nos 63 artigos analisados.

Tabela 2: Palavras-chave predominantes na produção acadêmica sobre Ensino de Física no ECFA, categorizadas por frequência de ocorrência ($Fr \geq 3$ e representatividade percentual (%)).

Palavras-chave	Fr.	(%)
ensino de física	29	12,50
PIBID	8	3,45
teoria e ciência de redes	7	3,02
aprendizagem significativa	6	2,59
atividades experimentais	5	2,16
física	5	2,16
redes sociais e complexas	5	2,16
ensino de astronomia	4	1,72
ensino	4	1,72
aprendizagem	3	1,29
ensino por investigação	3	1,29
modelagem computacional	3	1,29
terra como corpo cósmico	3	1,29
método POE	3	1,29
eclipse	3	1,29
ensino médio	3	1,29
três momentos pedagógicos	3	1,29
ensino sob medida	3	1,29
sistemas complexos	3	1,29

A análise léxica dos artigos de EF revela uma arquitetura temática polarizada entre generalidade disciplinar e nichos especializados. O descritor "ensino de física" ($Fr = 29$) opera como núcleo central hegemônico, como de se esperar pelo reflexo do escopo da pesquisa, mas sua dominância sugere rigidez terminológica ao optar pelo não uso de subáreas temáticas específicas. Esta tendência manifesta-se por exemplo, na pulverização de descritores especializados como "ensino de gravitação", "ensino de hidrostática", "ensino de eletricidade" e "ensino de óptica" (todos com $Fr = 1$), que permanecem periféricos. A exceção notável é "ensino de astronomia" ($Fr = 4$), oitavo termo mais frequente, cuja recorrência transcende mera subordinação disciplinar: sua articulação com "terra como corpo cósmico" ($Fr = 3$), "eclipse" ($Fr = 3$), e muitos outros termos, configura uma tradição de pesquisa autônoma, evidenciando tanto sua relevância interdisciplinar quanto uma resistência epistemológica à categorização reducionista.

A marcante recorrência do descritor "PIBID" ($Fr = 8$) configura-se como um importante indicador da profunda influência de políticas públicas estruturantes na pesquisa educacional do ECFA, evidenciando como programas de fomento governamental direcionam a agenda investigativa sobre formação docente. Contudo, essa predominância revela uma contradição na produção do evento: a ausência de termos basilares como "formação de professores", "residência pedagógica", "mestrado profissional" (todos com $Fr = 0$), que pode sugerir uma redução conceitual que equipara formação docente à execução de projetos específicos, onde essa lacuna semântica reflete na emergência de mais articulações do EF com outros programas de apoio à formação docente continuada.

No que tange às abordagens pedagógicas e aos referenciais teórico-metodológicos, observa-se a hegemonia de modelos consolidados. Os termos "aprendizagem significativa" ($Fr = 6$) e "atividades experimentais" ($Fr = 5$) evidenciam uma fundamentação na epistemologia ausubeliana da psicologia cognitiva [7], amplamente difundida no Ensino de Física brasileiro, especialmente pelos trabalhos de Marco A. Moreira [8]. Ademais, destaca-se a recorrência do termo "ensino por investigação" ($Fr = 3$), abordagem associada à pedagogia ativa, com ampla circulação na literatura científica da área, especialmente por meio das contribuições de pesquisadoras como Lúcia Sasseron e Geide Rosa [9][10].

A Tabela 2 também evidencia a presença de termos como "método POE" ($Fr = 3$) e "três momentos pedagógicos" ($Fr = 3$), o que aponta para a valorização de sequências didáticas estruturadas no subeixo de Ensino de Física. Paralelamente, observa-se uma tendência emergente na adoção de referenciais de caráter sistêmico e analiticamente sofisticado, refletida

na frequência de expressões como “teoria e ciência de redes” (Fr = 7), “redes sociais e complexas” (Fr = 5) e “sistemas complexos” (Fr = 3), onde essa movimentação teórica sinaliza a incorporação de abordagens inovadoras presentes no ECFA, onde parte considerável dessa articulação no contexto do Encontro, manifesta-se nas pesquisas desenvolvidas pelo pesquisador Jefferson Nascimento [11]. No âmbito geral, a emergência dessa natureza metodológica é notada na literatura científica: pesquisadores como Ernani Rodrigues e Márcio Corallo articulam tais referenciais à Teoria das Representações Sociais no Ensino de Física, contribuindo para um enquadramento teórico-metodológico mais robusto no contexto nacional [12][13].

Entretanto, considerando que a natureza do evento não é voltada especificamente para o ensino ou a educação, observam-se lacunas significativas na produção do subeixo de Ensino de Física. A ausência de descritores como *inclusão*, *decolonialidade* e *sociologia da ciência/física* evidencia uma desconexão com agendas contemporâneas, além de indicar uma possível carência de referenciais teóricos mais adequados para discutir os desafios da Educação Científica no século XXI, como a *Sociedade do Risco*, abordada no contexto brasileiro por autores como Maurício Pietrocola [14][15]. Questões como o *capitalismo de vigilância*, os *riscos ambientais*, a *ansiedade pública* e a *descrença na ciência* demandam um arcabouço crítico que promova a formação de sujeitos autônomos, capazes de articular-se e tomar decisões fundamentadas diante de cenários marcados pela incerteza. Ademais, nota-se também uma escassa presença de trabalhos que explorem a História e Filosofia da Ciência/Física na produção acadêmica do ECFA.

Além disso, a produção sobre Educação em Física no contexto do evento está vinculada a centenas de autores que declaram afiliação institucional nos artigos analisados. A Tabela 3 apresenta as instituições de ensino com maior frequência e representatividade no encontro capixaba, evidenciando os polos acadêmicos mais atuantes na área.

Tabela 3: Instituições de ensino vinculadas na produção acadêmica sobre Ensino de Física no ECFA, categorizadas por frequência de ocorrência (Fr) e representatividade percentual (%).

Instituição	Fr.	(%)
IFES	25	22,94
UFES	19	17,43
SENAI	13	11,93
SEDU	12	11,01
UNEB	11	10,09
UNIVATES	5	4,59
UFMA	4	3,67
UFU	4	3,67
UFBA	2	1,83
UENF	2	1,83
UFPA	2	1,83

No processo de lematização, diferentes campi de uma mesma instituição foram agrupados como um único polo acadêmico. Assim, por exemplo, os campi de São Mateus, Alegre e Vitória foram todos considerados sob a designação unificada de UFES.

A Tabela 3 revela que o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) ocupa a liderança quantitativa na produção em Ensino de Física, sobretudo impulsionado pelo campus de Cariacica. Esse destaque é respaldado pela excelência acadêmica: o curso de Licenciatura em Física do campus foi avaliado com nota máxima (5) pelo MEC em 2014, reflexo de sua infraestrutura robusta, corpo docente qualificado e projetos de extensão. Além disso, o IFES Cariacica abriga um Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ampliando sua visibilidade e capacidade produtiva na área.

Encontra-se com destaque equivalente, a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), mantida como instituição federal com forte tradição tanto no ensino de graduação e pós-graduação em Física quanto na pesquisa. O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEEnFis), atuante desde 2011, está vinculado ao MNPEF-SBF e já formou mais de 100 mestres. Apesar de sediar o evento, a UFES apresenta menor produção nesta mesma dinâmica comparado ao IFES, no subeixo de Ensino de Física. No entanto, quando analisamos o histórico completo do ECFA em todos os eixos, como aponta Reboredo et al. (2024), a UFES passa a ser predominantemente a instituição mais assídua do evento [2].

Percebe-se que, além da UFES e IFES, aparecem outras entidades cuja natureza e abrangência territorial contribuem para o ecossistema do Ensino de Física capixaba. Entre estas, destacam-se faculdades privadas regionais com atuação local, além de eventuais pólos de instituições com escopo nacional que implicam em colaborações pontuais. Nota-se a considerável presença da Secretária de Educação (SEDU) que é o descritor que representa as escolas públicas vinculadas aos autores que são professores da educação básica. Ademais, observa-se a inserção de instituições com escopo nacional cuja participação se dá, em geral, por meio de coautorias, onde consequentemente em termos de afiliação, a amplitude geográfica reflete mais eventuais articulações pontuais, isso pode demonstrar que o encontro mantém seu caráter regional e centrado em polos locais, embora aberto a trocas nacionais.

De modo geral, o cenário institucional da Tabela 3 pode ser compreendido como centrado em três perfis: I) grandes instituições públicas capixabas, que estruturam a base quantitativa e qualitativa da produção em Ensino de Física; II) faculdades privadas regionais com participação ainda incipiente, mas com potencial de ampliação; e III) instituições de fora do estado com inserções colaborativas ou eventuais. Tal configuração reforça o caráter regional do evento, ao passo que

sugere oportunidades para expansão em rede, seja fortalecendo a colaboração entre os atores locais públicos e privados, seja incorporando gradualmente polos externos por meio de linhas conjuntas de pesquisa, fomentando a colaboração acadêmica interinstitucional. Podemos analisar melhor a relação de colaboração entre essas instituições pela rede indicada na Figura 2.

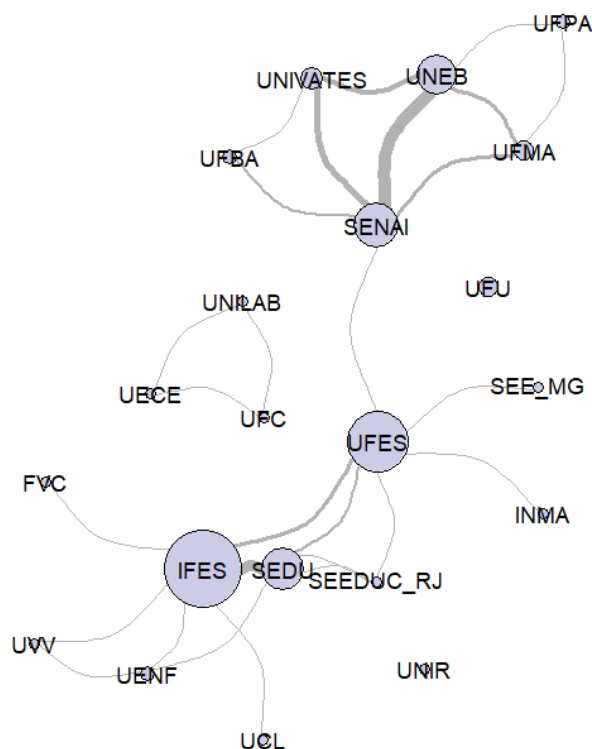


Figura 2: Rede semântica das instituições vinculadas à autoria dos artigos de Ensino de Física no Encontro Científico de Física Aplicada (2014-2024). Fonte: Autoria própria.

A análise da rede semântica de coautoria institucional revela dois núcleos centrais que indicam dinâmicas de colaboração diferenciadas. De um lado, o IFES, o SEDU/SEEDUC-RJ e a UFES formam um tripé robusto: o IFES e a UFES aparecem como polos de produção no EF no contexto do evento, mas é sobretudo a ligação entre o IFES e a Secretaria de Educação (SEDU e sua contraparte fluminense, SEEDUC-RJ) que enfatiza a articulação entre ensino básico e superior. Esse vínculo espelha projetos de extensão e formação continuada em escolas públicas, onde pesquisadores do IFES e da UFES atuam em conjunto com secretarias para elaborar intervenções didáticas e avaliar políticas de formação docente.

Paralelamente, um segundo eixo se estrutura em torno do SENAI, da UNEB e da UNIVATES, com ramificações que alcançam também a UFBA e a UFMA. A espessura das arestas, ou seja a relações de similaridade entre o “SENAI”==“UNEB” indica coautorias frequentes, possivelmente motivadas por convênios de extensão ou

programas nacionais (como o PIBID), nos quais o SENAI aporta infraestrutura técnico-pedagógica possibilitando por exemplo a UNEB, realizar pesquisa no EF como a alimentação de metodologias de ensino. A presença, ainda que sutis, de polos como UNIVATES e UFMA sugere que essa rede se abre para instituições que, apesar de geograficamente afastadas do Espírito Santo, compartilham agendas de pesquisa em ambientes formais de educação no âmbito da formação continuada.

Ademais, as conexões mais tênues, como “IFES”==“UENF” ou com a UERJ e UCL, bem como visto na rede semântica, “UFES”==“SEE-MG”, podem apontar para colaborações esporádicas, típicas de artigos que cruzam fronteiras institucionais em eventos. Essas parcerias pontuais indicam, sobretudo, a capilaridade do Encontro: ainda que majoritariamente moldado por pesquisadores locais, ele permite a incorporação de olhares de outras regiões, enriquecendo o debate com problemas e soluções experimentadas em contextos diversos. Dessa forma, a rede semântica não apenas mapeia quantidades, mas sinaliza arranjos estratégicos de cooperação, uns mais contínuos e orientados a políticas públicas de formação, outros de caráter intermitente, ampliando o escopo regional para uma interlocução de colaboração nacional e de caráter interinstitucional.

4. Conclusão

A análise empreendida ao longo deste estudo permitiu evidenciar a força do campo de Ensino de Física (EF) no interior de um evento acadêmico de ciências aplicadas, que apesar de buscar promover uma comunicação científica lúdica, prática e teórica integrando a Física aos aspectos da vida cotidiana e fomentando a formação de novos professores e cientistas, pelas tradições de pesquisa do evento e perfil de parte dos pesquisadores, o Encontro Científico de Física Aplicada (ECFA) pode ser encarado como evento predominantemente de “Física dura”. O ECFA, independentemente de possuir apenas um eixo específico voltado à Educação Científica, paradoxalmente abriga uma produção expressiva e de qualidade no EF, que ao longo de uma década (2014–2024) correspondeu a aproximadamente 18% de todos os artigos completos publicados, com picos de até 32,4% em edições específicas. Este dado corrobora o diagnóstico de uma alta performance da área, sobretudo quando considerada sua condição estruturalmente periférica em espaços voltados em sua maioria à pesquisa técnica e experimental.

O conjunto de análises realizadas, revela que essa alta performance não ocorre de forma difusa, mas sim articulada a dinâmicas institucionais bem definidas. O Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), especialmente o campus Cariacica, emerge como pólo dominante de produção, destacando-se por sua vocação extensionista e projetos de inovação pedagógica. A

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), embora quantitativamente um pouco atrás do IFES na produção recente sobre EF, figura como peça central do evento, ao sediá-lo e ao abrigar o programa de pós-graduação em Ensino de Física (PPGenFis), com papel estruturante na formação docente local. Além dessas, instituições como SENAI, UNEB e secretarias estaduais de educação (SEDU-ES, SEEDUC-RJ, SEE-MG) desempenham papel estratégico, compondo redes de coautoria que apontam para práticas colaborativas entre ensino técnico, superior e a educação básica.

Esses resultados sugerem que a consolidação do EF no ECFA decorre de uma resistência epistemológica ativa, exercida por pesquisadores e docentes que, no sentido geral ao ocuparem espaços tradicionalmente hostis à educação científica, não apenas reivindicam sua legitimidade como campo de pesquisa, mas também reconfiguram os contornos do evento. As relações de colaborações interinstitucionais observadas não apenas sustentam essa presença, como a amplificam, ao articular diferentes níveis de ensino, regiões geográficas e perfis institucionais.

Assim, a alta performance do EF no ECFA revela-se menos como anomalia e mais como evidência de uma virada paradigmática em curso: a afirmação de uma ciência da educação em Física capaz de disputar centralidade em eventos científicos historicamente ocupados por pesquisas de “Ciências duras” ou “puristas”. Nesse sentido, o ECFA apesar de possuir características de encontros tradicionais da Física, também configura-se como um espaço aberto, plural e articuladamente preocupado com discussões do campo da educação científica, sobretudo no campo do Ensino de Física.

Referências

- [1] DOS SANTOS, W. R.; GALLETTI, R. C. A. F. História do Ensino de Ciências no Brasil: do período colonial aos dias atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. e39233-36, 2023.
- [2] REBOREDO, G. C.; et al. História, estatísticas e representações do “Encontro Científico de Física Aplicada”. In: *Anais do XIV Encontro Científico de Física Aplicada*. Vitória: Even3, 2024.
- [3] BRUUN, J. Networks as integrated in research methodologies in PER. 2016 PERC Proceedings, p. 11-17, 2016.
- [4] R - C.T: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.
- [5] RATINAUD, P. Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires. 2008. Disponível em: <<http://www.iramuteq.org>>.
- [6] RUSSELL, P. F.; RAO, T. R. On habitat and association of species of anopheline larvae in south-eastern madras. *Journal of the Malaria Institute of India*, v. 3, n. 1, p. 153–178, 1940.
- [7] AUSUBEL, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. Grune & Stratton, 1963.
- [8] MOREIRA, M. A. A teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização de conteúdo de Física. *Revista Brasileira de Física*, v. 9, n. 1, p. 275-292, 1979.
- [9] SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), v. 17, p. 49-67, 2015.
- [10] COELHO, G. R.; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.
- [11] NASCIMENTO, J. O.; SILVA, E. D. E. Estilos de pensamento e pesquisas com enfoque cts no ensino de ciências: uma proposta de estudo por meio de redes semânticas. In: *Anais do XII Encontro Científico de Física Aplicada*. Vitória: Even3, 2022.
- [12] RODRIGUES, E.; PIETROCOLA, M. Between social and semantic networks: A case study on classroom complexity. *Education Sciences*, v. 10, n. 2, p. 30, 2020.
- [13] ANUNCIAÇÃO, O. B.; CORRALLO, M. V. As Representações Sociais de Estudantes de Licenciatura em Física sobre o Ambiente Virtual de Aprendizagem em apoio ao Ensino Remoto Emergencial. *EaD em Foco*, v. 13, n. 1, p. e2098-e2098, 2023.
- [14] PIETROCOLA, M. et al. Risk society and science education: Lessons from the Covid-19 Pandemic. *Science & education*, v. 30, n. 2, p. 209-233, 2021.
- [15] PIETROCOLA, M.; SCHNORR, S.; RODRIGUES, E. Science Education in a Risk Society: Addressing Challenges and Opportunities in an Uncertain Future. *Research in Science Education*, p. 1-20, 2025.