



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**03.afis@capes.gov.br**

## **Documento de Área**

---

**Área 03:**

**Astronomia / Física**

**Coordenador(a) da Área:** Fernando Lázaro de Freire Junior  
**Coordenador(a) Adjunto(a) de Programas Acadêmicos:** Alberto Vazquez Saa  
**Coordenador(a) de Programas Profissionais:** Rubem Luis Sommer



## **Sumário**

<b>1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Tendências, apreciações, orientações.....	3
1.2 Diagnóstico da área (incluindo a distribuição dos PPGs por região, nota e modalidade).....	4
1.3 A interdisciplinaridade na área.....	6
<b>2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Inovações, transformações e propostas.....	7
2.2 Planejamento dos PPGs da área no contexto das instituições de ensino superior.....	8
2.3 Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs.....	8
2.4 Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade.....	9
2.5 Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs.....	9
2.6 Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais.....	10
2.7 Visão da área sobre fusão, fragmentação e migração de PPGs.....	11
2.8 Visão da área sobre a modalidade à distância.....	11
2.9 Visão da área sobre a modalidade profissional (especialmente o nível de doutorado).....	11
2.10 Medidas de indução de interação com a educação básica ou outros setores da sociedade....	12
2.11 Visão da área sobre formas associativas.....	13
2.12 Visão da área sobre mecanismos de solidariedade (Minter/Dinter e Turma Fora de Sede)..	14
<b>3 OUTRAS CONSIDERAÇÕES DA ÁREA.....</b>	<b>14</b>

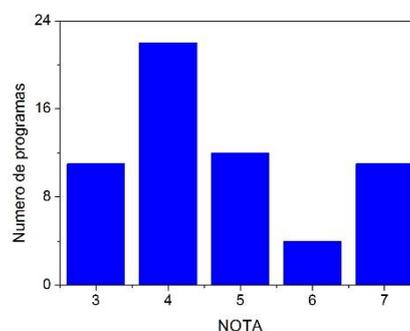
## 1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA

### 1.1 Tendências, apreciações, orientações.

A área de Astronomia/Física é uma das 49 áreas da CAPES e envolve programas de Astronomia e de Física, sendo que alguns desses últimos contemplam Astronomia e/ou Astrofísica dentre suas linhas de pesquisa. A área de Astronomia e Física se caracteriza já há algum tempo como uma área bem consolidada na qual existe um número elevado de programas de excelência, com crescente grau de internacionalização e que emprega parâmetros de avaliação alinhados com aqueles adotados nos países mais desenvolvidos.

Atualmente a área é composta por 60 programas acadêmicos, um mestrado profissional (MP) e um mestrado profissional em rede nacional (PROF) totalizando 62 programas de pós-graduação. O MP está sediado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), na cidade do Rio de Janeiro e funciona desde 1999. O PROFis é coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e iniciou em 2013. Dentre os 60 programas acadêmicos, 14 têm apenas o mestrado e os demais têm mestrado e doutorado. Há, no momento, um único mestrado em associação na área envolvendo as Universidades Federais de São João Del Rei (UFSJ) e de Alfenas (UNIFAL), centrado nesta última. Esse programa contava inicialmente com a participação da Universidade Federal de Lavras, que teve seu programa de mestrado aprovado recentemente e saiu do programa em associação. No total estes programas de pós-graduação acadêmicos somam cerca de 1600 professores orientadores e mais de 3500 estudantes de pós-graduação nos diferentes níveis. No quadriênio correspondente à avaliação em 2017 (2013-2016) foram concluídas 1.464 teses de doutorado, o que corresponde a 366 teses de doutorado/ano. Com relação ao mestrado foram concluídas 2.269 dissertações o que corresponde a 567 dissertações concluídas por ano. Isto corresponde a um crescimento de 30% no número médio anual das teses de doutorado e de 5% no número médio anual das dissertações de mestrado com respeito ao triênio anterior (2010- 2012). No que se refere às publicações avaliadas em 2017 a área publicou um total de 18.480 artigos científicos em revistas indexadas de circulação internacional (estratos A1-B5), sendo 3265 deles no estrato A1. Esse número inclui os trabalhos associados às grandes colaborações e coautorias entre docentes de diferentes programas.

A avaliação quadrienal passada realizada em 2017 analisou 62 programas, sendo que o MP do CBPF obteve nota 4, mesma nota obtida pelo PROFis. Entre os programas acadêmicos o resultado da avaliação reconheceu 11 programas com nota máxima 7 e quatro programas com nota 6. Isso determina um total de 15 programas com perfil de excelência. Dois programas, um apenas com o curso de mestrado e o segundo com mestrado e doutorado receberam nota dois, sendo que este recorreu ao Conselho Superior da CAPES e teve sua nota modificada para três. O perfil da distribuição de notas após o resultado da avaliação em 2017 é mostrado na figura 1.



**Figura 1: Distribuição de notas dos programas acadêmicos da área de Astronomia/Física.**

Em 2016 foi criado na UFES o PPGCosmo que é um programa inovador de doutorado em Astrofísica, Cosmologia e Gravitação, com forte e essencial componente internacional: defesas de tese em inglês, estágio obrigatório no exterior e coorientação internacional de todos os discentes. Ele foi avaliado com nota 5.

Existem 21 programas acadêmicos com nota 4, sendo que apenas um tem somente o curso de mestrado. Existem outros onze programas nota 5.

Para pleitear o início de um curso de doutorado, um dos indicadores usados pela área é ter o programa recebido nota 4 em sua última avaliação. Entretanto, este é apenas um dos quesitos considerados para avaliar a consolidação do curso de mestrado. A atuação nas áreas experimental ou observacional é outro fator levado em conta. A área considera que apenas programas com cursos de mestrado consolidados podem estabelecer programas de doutorado. A Física é uma ciência experimental e a área destaca a necessidade de fortalecimento desta atividade no país. Por isso, indica a necessidade de que propostas de novos cursos, sejam eles de mestrado ou doutorado, levem em consideração a formação de recursos humanos na área experimental. No caso da Astronomia, a atividade observacional deve ocupar esse papel de destaque.

## 1.2 Diagnóstico da área (incluindo a distribuição dos PPGs por região, nota e modalidade).

A distribuição geográfica dos programas acadêmicos por região é mostrada na figura 2 e mostra as discrepâncias. As regiões Norte e Centro-Oeste têm poucos programas. De fato, dos atuais programas de pós-graduação em Física e Astronomia, 30 estão na região Sudeste. Os programas de pós-graduação estão distribuídos em todas as regiões, mas seis estados não têm programas credenciados pela CAPES (Acre, Amapá, Rondônia, Roraima, Tocantins e Mato Grosso do Sul).

Dentre os programas com nota 7, dois estão localizados na região Nordeste, mostrando o desenvolvimento que ocorreu na região nos últimos anos, e os demais estão localizados na região Sul-Sudeste. Por outro lado, verifica-se também que há apenas 2 programas na região Norte. Ambos com cursos de mestrado e doutorado, sendo um deles com nota 4 e o outro com nota 5, indicando que existe um consistente aprimoramento dos programas na região.

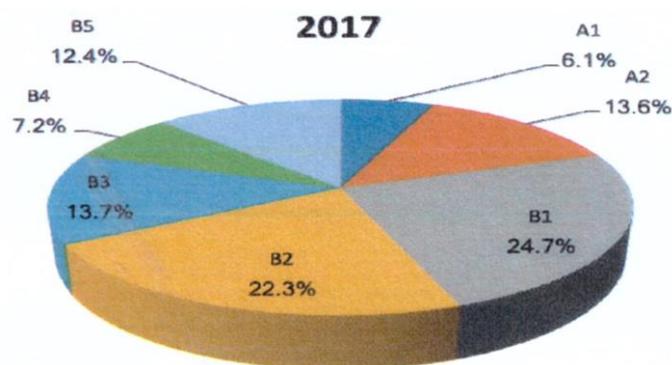


**Figura 2: Distribuição dos programas acadêmicos por região do país.**

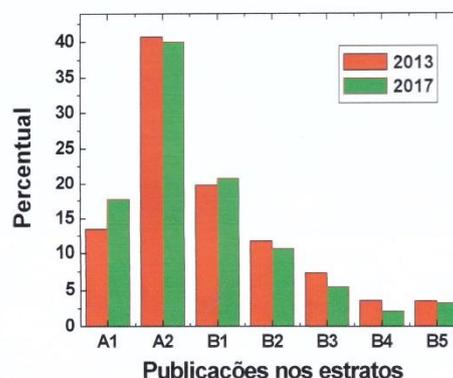
A área tem melhorado seus índices de qualidade ao longo dos anos. Seu reconhecimento internacional é crescente. É, de fato, uma área com alta inserção internacional, caracterizada não somente pela quantidade de artigos e citações em revistas de bom impacto, mas pelas diversas colaborações científicas internacionais, na participação de experimentos em grandes laboratórios e observatórios internacionais, na participação de docentes no corpo editorial de várias revistas importantes na área e na organização dos mais importantes congressos científicos da área. Montagens experimentais únicas, como o acelerador LHC no CERN e o observatório de ondas gravitacionais LIGO têm contado com a participação de físicos brasileiros, docentes e discentes dos nossos programas de pós-graduação, além disso, docentes brasileiros são coordenadores assíduos dos programas bilaterais de colaboração internacional, como são o CAPES-COFECUB e o CAPES-DAAD, permitindo que não somente nossos estudantes possam estagiar no exterior, mas também que nossos laboratórios e instituições recebam estudantes e pesquisadores das instituições parceiras do exterior.

A área de Física e Astronomia conseguiu atingir um patamar de excelência reconhecida internacionalmente e que deve ser ainda mais aprimorada. As figuras 3 e 4 mostram, com base nos dados utilizados para a última avaliação periódica, que a área publicou 57,7% de seus artigos nas revistas qualificadas nos estratos mais altos A1 e A2, embora isso corresponda a apenas 19,7% das revistas que são veículos de publicação na área.

Essa é uma demonstração do aumento da qualidade das publicações da área. No entanto, no estágio atual novas metas devem ser perseguidas. Mesmo os programas com nota sete estão longe da perfeição e seu aprimoramento deve ser perseguido constantemente.



**Figura 3: Percentual de revistas nos diferentes estratos Qualis (2016).**



**Figura 4: Percentual de artigos publicados nos diferentes periódicos que compõem os estratos Qualis (2016).**



Um aspecto ainda preocupante é o número de pesquisadores experimentais. A análise mostra que o atual percentual de docentes com atividade experimentais está em torno de 45% (incluindo a área de astronomia observacional) quando na maioria dos grandes centros esse percentual é de 65%. Atingir essa meta deveria ser preocupação de todos os programas: aumentar a participação de físicos experimentais buscando uma proporção maior em relação ao número de teóricos. Uma avaliação analisando-se os últimos 20 anos mostra que nesse período cerca de 70% dos Prêmios Nobel de Física foi atribuído em reconhecimento a trabalhos experimentais ou observacionais, reafirmando o fato da Física ser uma ciência cuja atividade experimental é essencial. Adicionalmente, os desenvolvimentos em instrumentação necessários para experiências realmente inovadoras são fundamentais e se mostram extremamente importantes para novos desenvolvimentos na Física de Materiais e nas diversas interfaces da Física com Medicina, Biologia e Química. Na Astronomia, novas observações estão revolucionando nossos conhecimentos sobre a origem, evolução e composição do Universo.

Um aspecto que deve nortear os próximos desenvolvimentos é o aumento ainda maior da qualidade de seus egressos e, principalmente, um aumento na ênfase da Física Experimental. Recomenda-se que os programas existentes priorizem a parte experimental na substituição ou ampliação do seu corpo docente. Igualmente, recomenda-se que os postulantes a cursos novos considerem este aspecto de grande importância para o desenvolvimento da Astronomia e Física brasileiras.

A área de Astronomia/Física tem uma distribuição de orientação relativamente uniforme entre os programas acadêmicos analisados. Isto se refere tanto às notas dos programas quanto à sua localização regional. Há poucos casos de grande concentração de alunos sob a orientação de um mesmo docente permanente. Essa é uma característica da área reconhecida e incentivada pela comunidade e pelos programas. Isso se reflete no número médio de pouco mais de dois orientandos/orientador, sendo um dos mais baixos entre todas as áreas da CAPES. Não há, de fato, grandes discrepâncias entre os diferentes programas com respeito à taxa de orientação discente, embora seja possível ver uma taxa maior nos programas com nota 6 e menor nos programas com nota 3. Diversos programas da área limitam regimentalmente o número máximo de orientandos por orientador e também regulamentam as exceções, quando é o caso. Essas limitações estão entre os números 5 e 10, dependendo do programa. Isso mostra que embora existam diferenças não há programas em qualquer região do país onde a relação entre orientandos/orientadores permanentes se configure excessiva. De um modo geral a área de Astronomia/Física apresenta, portanto, uma boa distribuição de alunos por orientador com um número médio que permite concluir que existe na área a prática da dedicada orientação. A área considera que um número máximo de 8 alunos por orientador é um número realista que reflete a cultura rigorosa estabelecida pela área e também refletida nos programas. Acima desse número há um risco acentuado de comprometer a qualidade da orientação e cada programa deve estar atento para esse ponto. Por outro lado, também não é recomendável a permanência de orientadores, no quadro de professores permanentes do programa, que não estejam responsáveis por pelo menos uma orientação no período de 4 anos. Uma preocupação natural e justificável se refere a casos de aposentadoria ou afastamento de professores experientes que poderiam continuar no programa e contribuir muito positivamente para a pós-graduação, ainda que sem orientação definida. Essa, no entanto, parece ser uma situação em que o docente poderia contribuir se enquadrando na categoria de docente colaborador.

### **1.3 A interdisciplinaridade na área.**

Embora boa parte da Física esteja voltada para processos fundamentais e leis gerais, nos últimos anos o progresso e avanço da Física em outras disciplinas tem sido marcante. De fato, o caráter multidisciplinar da Física e da Astronomia tem se evidenciado ainda mais nos últimos anos.

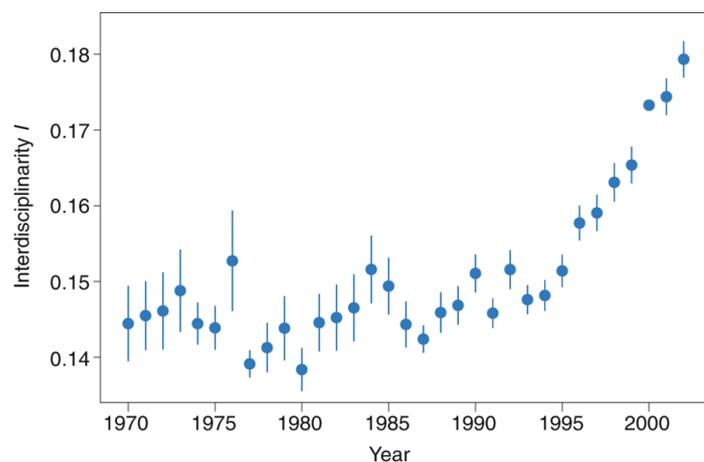
São muitas as interfaces com outras disciplinas. A Física hoje está presente em campos tão diversos quanto a Economia e a Medicina, onde o desenvolvimento de novas técnicas de diagnóstico é resultado direto do trabalho de físicos (RNM, PET, Medicina Nuclear, etc.). As fronteiras da Física com a Química e com a Biologia são cada dia mais frágeis. O desenvolvimento nas últimas décadas da Nanociência e de suas aplicações tecnológicas, a Nanotecnologia, teve um aspecto realmente

revolucionário, já que ambas funcionam como um grande guarda-chuva sob o qual trabalham em estreita cooperação, físicos, químicos, biólogos, engenheiros e médicos, tornando realidade a ação inter(multi)disciplinar tão referida no passado.

A atuação interdisciplinar dos físicos não se limita, entretanto, à Nanociência e Nanotecnologia. O desenvolvimento de novos dispositivos fotovoltaicos de baixo custo é resultado direto da atuação conjunta de físicos e engenheiros de materiais. A Física está presente na indústria eletrônica desde a descoberta do transistor e hoje o desenvolvimento de sensores e atuadores é resultado da cooperação entre físicos e pesquisadores de diferentes disciplinas, com impacto na Medicina, Agricultura, Meio-Ambiente e Energia. O impacto na Metrologia é grande seja na definição das grandezas fundamentais ou no desenvolvimento de experimentos extremamente sofisticados como é o caso dos detectores de onda gravitacionais que permitem uma abordagem única de eventos de interesse astrofísico.

Na figura 5 mostramos um gráfico retirado de um artigo recente publicado na *Nature Physics* que, baseado nas citações a um grande conjunto de publicações, mostra claramente o aumento da interdisciplinaridade a partir da última década do século passado (A Nobel opportunity for interdisciplinarity, Michale Szell, Yifang Ma, Roberta Sinatra, *Nature Physics* 14, 1075–1078 (2018)).

Os programas de pós-graduação em Astronomia/Física no país têm seguido, com sucesso, a tendência mundial com linhas de pesquisa onde o caráter interdisciplinar é evidente. A colaboração com pesquisadores de Ciência dos Materiais, Matemática, Medicina, Farmácia, Engenharias, etc, é desejável e valorizada pela área de Astronomia e Física.



**Figura 5: Uma medida do grau de interdisciplinaridade em função dos anos. Para maiores detalhes acessar o artigo da *Nature Physics* mencionado no texto.**

## 2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA

### 2.1 Inovações, transformações e propostas.

A inserção da Física na indústria através da incorporação dos resultados da pesquisa é certamente um dos grandes desafios da área e conseqüentemente da pós-graduação, já que uma grande parcela de pesquisa é feita no ambiente desses programas. As empresas brasileiras, de um modo geral, têm explorado muito pouco os benefícios que a inovação em seus processos ou produtos pode trazer.



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**03.afis@capes.gov.br**

Estabelecer nos programas de pós-graduação um ambiente propício à inovação é um processo que demanda esforço e tempo em várias frentes. Começa por mudanças de paradigmas nas atividades curriculares com a inserção de atividades que permitam o contato dos estudantes e pesquisadores com as engenharias bem como com o ambiente industrial. Uma das ferramentas que pode contribuir para essa maior proximidade é o programa de bolsas de doutorado acadêmico para inovação do CNPq, baseado em experiência piloto bem-sucedida na UFABC. Um olhar mais atento para o setor de petróleo e gás também deve ser considerado pelos programas. Já são vários os docentes que têm projetos desenvolvidos em conjunto com a Petrobras. Com a retomada dos investimentos no setor, são muitas as oportunidades de bolsas para pós-graduação em chamadas conjuntas do CNPq com as indústrias que operam no setor, como a Petrobrás, Total, Shell, entre outras. Um antigo aluno, agora mestre ou doutor, incorporado ao quadro de uma empresa é um excelente contacto para colaborações futuras.

Ainda que a proximidade com o setor produtivo não se dê exclusivamente com o setor industrial nem que seja resultado unicamente da atividade experimental, no que diz respeito a responsabilidades dos programas para com a inovação, destaca-se mais uma vez a importância do fortalecimento das linhas de pesquisa experimentais.

Embora o mestrado acadêmico esteja muito bem consolidado no país (existem 60 programas de mestrado acadêmico na área) o mestrado profissional ainda não conseguiu ampla difusão. Há apenas um mestrado profissional na área, localizado na cidade do Rio de Janeiro. O mestrado como formação terminal deve ser voltado à especialização ou profissionalização de alto nível e deve ser incentivado na área. Há uma possibilidade latente para o desenvolvimento de pesquisa fora da pós-graduação acadêmica. O mestrado profissional poderia ser um importante veículo nessa direção.

## **2.2 Planejamento dos PPGs da área no contexto das instituições de ensino superior.**

Em julho de 2018 a CAPES criou um grupo de trabalho com a missão de discutir uma sistemática de autoavaliação no âmbito dos programas de pós-graduação. Esse processo está em andamento e, para que venha a ser plenamente implantado, passará pelo planejamento da pós-graduação no âmbito das Instituições de ensino superior. A autoavaliação a ser implantada deverá, portanto, refletir a participação ativa dos PPG junto às Pro-reitorias no sentido de que os PDI ou PDPG, traduzam de modo fiel as necessidades, metas e objetivos definidos pelo planejamento de cada PPG. Assim, cada programa deverá propor um conjunto de ações aptos a captar aspectos pertinentes a sua missão e objetivos, incluindo aqueles relativos à sua inserção no contexto social/internacional e a suas escolhas científicas. Com isso, e a partir da constatação dos pontos fortes e fracos do programa, estabelecer um planejamento para alcançar metas visando o fortalecimento do programa em um horizonte compatível com o planejamento institucional.

## **2.3 Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs.**

A Comissão de acompanhamento do PNPG 2011-2020 elaborou recentemente um documento a respeito do processo de avaliação da PG brasileira. Reconhecendo o sucesso e os resultados positivos que esse processo tem obtido ao longo dos anos, a Comissão chama a atenção para o gigantismo do sistema e a necessidade de aprimoramento do processo avaliativo. Entretanto, reconhece que mudanças no processo de avaliação da PG devam ser feitas com parcimônia, de modo a que apenas no próximo período de avaliação (2021-2024) a maior parte dessas alterações seja implementada. Assim, haverá tempo para que as novas propostas sejam discutidas e as mudanças amadurecidas.

Algumas mudanças, entretanto, já entrarão em vigor no atual período avaliativo como a nova ficha de avaliação que conterà menos itens e quesitos e que pretende valorizar aspectos qualitativos ao invés de somente aqueles quantitativos. Para a área de Astronomia e Física critérios quantitativos como número de publicações em revistas de alto impacto, citações, publicações discentes e de egressos dentre outros, continuam e devem continuar a ter espaço no futuro, ao passo que itens que considerem tempos médios de titulação e fluxo discente contribuem negativamente para o processo de formação de mestres e doutores e devem ser abandonados.



A avaliação a ser feita ao final do quadriênio atual conterà, ainda que com peso pequeno, quesitos sobre autoavaliação. Em condições ideais, nesse item deveria ser considerado o alinhamento dos resultados obtidos pelo programa com um planejamento institucional para a PG. No momento, a área recomenda que também seja dada atenção à situação dos egressos e como tem sido a inserção desses no mercado de trabalho e de que forma o retorno dessas informações impactou o programa.

#### **2.4 Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade.**

Na área de Astronomia e Física quase todos os programas de pós-graduação são acadêmicos. Os únicos que fogem a essa classificação são o Programa em Rede para professores do ensino fundamental e médio e o mestrado profissional em instrumentação do CBPF. Se nesses dois últimos o impacto para a sociedade é óbvio, contribuição para a melhoria do ensino público e inovação, respectivamente, os programas acadêmicos têm maior dificuldade de explicitar esse impacto. Baseado em alguns levantamentos de egressos podemos estimar que cerca de 80% dos doutores formados nesses programas encontrou seu desenvolvimento profissional na academia, dando como professores importante contribuição na geração de novos conhecimentos e na formação de uma grande variedade de profissionais - engenheiros, químicos, matemáticos, biólogos, arquitetos, etc, além de físicos. Entretanto, é de se esperar que a incorporação de doutores em Física no setor produtivo que ainda é pequeno venha a aumentar com a necessidade de serem incorporados ao processo produtivo novos processos e produtos de modo a viabilizar uma maior competitividade da nossa indústria e maior eficiência do setor público. O fortalecimento da atividade experimental nos programas acadêmicos é, certamente, um dos caminhos para a absorção de doutores físicos para além dos muros da academia.

#### **2.5 Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs.**

A área de Física/Astronomia tem desde sua origem no país um forte componente internacional. Os primeiros doutores foram formados no exterior e 100% das revistas que são veículos de publicação da área são internacionais com artigos escritos em inglês. Assim, a área sempre teve desde sua gênese no SNPG um alto nível de internacionalização. Hoje, pesquisadores da área participam dos grandes projetos internacionais envolvendo colaborações como o CERN, Fermilab, INL(Braga), ESO, LIGO, etc. Esforços internacionais são realizados nesses laboratórios para conquistas científicas de maior vulto e envolvem grandes custos financeiros que dificilmente poderiam ser assumidos por um único país. Em quase todos eles a participação de cientistas brasileiros é relevante. Em anos recentes tem sido crescente o número de pesquisadores brasileiros que são convidados para palestras plenárias em eventos no exterior, assim como também coordenar sessões, ser membro de Comitês organizadores de Conferências internacionais, participar como membro de corpo editorial ou editor de revistas internacionais, participar em comissões internacionais de premiações, laúreas, bancas examinadoras, etc. Várias conferências internacionais importantes foram realizadas no país com a coordenação geral de físicos e astrônomos brasileiros.

Observa-se que uma parte da ciência está cada vez mais sendo realizada em redes de pesquisa, e esse novo modo de fazer ciência é uma força motora que vem mudando a distribuição global da produção de conhecimento. A área de Astronomia/Física no Brasil tem como um dos pontos marcantes no seu desenvolvimento a participação ativa em colaborações internacionais, sejam essas em grandes projetos, como mencionado acima, ou através de colaborações menores em nível de grupos de pesquisa, característica de outras subáreas, como por exemplo, a Nanotecnologia, Física Atômica e Molecular, Ótica, Fotônica, etc.

No entanto, isso não significa que a internacionalização da área deva ser considerada como plenamente realizada. Ao contrário, a escala dos acontecimentos e visibilidade internacional deve ser ampliada a todos os programas de pós-graduação. Um dos desafios da área é intensificar essa atividade atraindo cada vez mais estudantes, pós-doutores e pesquisadores estrangeiros para compor o quadro de pesquisadores das instituições e, por conseguinte, dos programas de pós-graduação. A criação de um ambiente propício à internacionalização - tais como, aulas, defesas de teses e



dissertações e concursos em língua inglesa - é uma necessidade da área, que começa a ser implementada em algumas instituições. A participação de docentes do exterior em bancas de defesa de tese e dissertação deve ser estimulada, utilizando recursos de videoconferência.

Espera-se que a pós-graduação brasileira em Astronomia e Física tenha no processo o seu vetor de internacionalização conduzido por duas mãos. Isto pressupõe um fluxo nas duas direções com a ida de estudantes e pesquisadores brasileiros ao exterior e, na mesma proporção, uma vinda do exterior para instituições brasileiras. Hoje, a maioria dos estudantes que chegam do exterior para cursar nossa pós-graduação é de países da América Latina. A presença de estudantes europeus e asiáticos ainda se dá em pequena escala. Aumentar a atratividade de estudantes destes países deve ser um objetivo dos programas. Para isso além da pesquisa competitiva com os grandes centros mundiais, é necessário melhorar a estrutura de acolhimento de estrangeiros. Muitas instituições têm dificuldade de contratação de funcionários bilíngues, provimento de acomodação temporária para os recém-chegados, auxílio nas tratativas para obtenção de vistos, etc.

## **2.6 Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais.**

Ainda existe na área uma grande concentração de cursos e pessoal nas regiões Sudeste e Sul. Essas assimetrias regionais são muito evidentes. Como exemplo, a região Norte envolve 46% do território nacional e 8% da população. Em termos de pós-graduação, no entanto, existem apenas dois programas de pós-graduação com mestrado e doutorado que, embora recentes, já concluíram as primeiras teses na região Norte. Essa assimetria se agrava um pouco mais quando se considera a Amazônia Legal onde existem apenas 4 programas, e que são sediados na UFAM, UFPA, UFMA e UFMT. Ressalte-se que nessa região do país cinco estados (Acre, Rondônia, Amapá, Tocantins e Roraima) não têm nenhum programa de pós-graduação na área, o que significa a necessidade de um esforço diferenciado e necessário.

Para a ampliação do corpo docente nesta região não parece ser suficiente atrair pesquisadores de outras regiões para a região já que a taxa de permanência se mostrou baixa nos últimos anos (há uma tendência já vista de regressar para as regiões de origem). As duas experiências bem sucedidas, de fixação de um corpo docente capaz de levar adiante um programa de pós-graduação na região Norte, UFPA e UFAM, contaram com decidido apoio não apenas de suas reitorias, mas também das FAPs em seus estados. A fixação de um pesquisador experimental é mais eficiente uma vez que ele é menos flexível para transferências. É também necessário fomentar a formação de pesquisadores locais com este perfil. Deveria ser discutida a viabilidade de se criar programas específicos para enfrentar essa problemática. Um esforço no sentido de criar programas específicos de circulação de docentes e discentes dessa região de modo a reduzir o isolamento causado pelas distâncias envolvidas poderia ajudar a fixar os docentes na região.

A concentração de programas no Sudeste e Sul do País é uma característica basicamente de todas as áreas. Nessa direção é interessante mencionar que a área de Astronomia/Física possui, no entanto, um bom número de programas em toda região Nordeste (13 no total) e não somente nas capitais, merecendo destaque o fato de que dois programas foram avaliados na última quadrienal com nota 7 (UFC e UFPE). Em todos os demais estados da região programas de Astronomia/Física têm conseguido nota 4 ou 5, quase todos com viés de alta, o que mostra que a Física/Astronomia alcançou um alto padrão na região.

Apesar dos avanços mencionados, a área ainda possui grandes desafios para se desenvolver de forma mais uniforme no país.

## **2.7 Visão da área sobre fusão, fragmentação e migração de PPGs.**

A área de Física tem ao longo dos tempos se caracterizado pela uniformidade do perfil de seus programas de pós-graduação. Em algumas instituições, em geral nas maiores Universidades, coexistem programas de Física e de Astronomia separadamente. Na maioria dos programas, quando está presente, a área de Astronomia/Astrofísica é uma das linhas de pesquisa do programa. Assim, ao



mesmo tempo que a área não vê, em um horizonte próximo, a necessidade de fusão de programas de pós-graduação, a área não estimula a fragmentação de programas de Física de uma mesma Instituição. Além disso, considerando o panorama atual, a área de Astronomia e Física já estimula e valoriza as atividades interdisciplinares e a multidisciplinariedade e não vê motivação acadêmica que justifique a fragmentação de seus PPGs.

No que diz respeito aos programas em associação a área considera que alguns cuidados devem ser observados. Como estabelecido, na legislação vigente, relativa a temática, a proposta de desmembramento de cursos em associação deverá ocorrer por meio de uma proposta de criação de cursos novos (APCN). A proposta deve conter necessariamente a concordância formal com o desmembramento por parte das demais instituições participantes do curso. Além disso, deve-se justificar e explicar como se dará o processo, descrever a situação dos discentes, a mudança do quadro docente e da infraestrutura de suporte acadêmico e dos laboratórios. As instituições associadas devem garantir ainda toda a assistência acadêmica necessária para os discentes matriculados no programa em associação até a defesa de sua dissertação ou tese.

## **2.8 Visão da área sobre a modalidade à distância.**

Ferramentas de ensino à distância já têm sido utilizadas em programas acadêmicos em apoio a várias atividades. A difusão de seminários, a participação por videoconferência de membros das bancas de defesa de exames de qualificação, teses e dissertações é hoje uma realidade.

A modalidade de ensino à distância já existe hoje no caso dos programas de mestrado profissionais em rede voltados para a formação de professores para os ciclos fundamental e médio, através do programa de ensino à distância em rede, PROFis, e representa hoje uma das principais ferramentas para a melhoria do ensino desta disciplina nestes níveis de escolarização, notadamente em regiões com maior carência de professores, como o Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Neste contexto, a participação institucional e sistemática de docentes dos programas de pós-graduação, seja ministrando aulas, seja organizando material didático ou produzindo kits demonstrativos, é de importância para o sucesso desse processo de formação.

Entretanto, a área considera que a modalidade de ensino à distância não se aplica facilmente a um programa de mestrado ou doutorado acadêmico. A Física e a Astronomia são Ciências baseadas na experimentação e na observação da natureza e, se hoje a prática de acesso remoto a observatórios internacionais é relativamente bastante difusa, o mesmo não pode ser dito dos laboratórios existentes no país fazendo com que hoje seja impossível um trabalho experimental ser desenvolvido sem que o discente esteja presente nos laboratórios.

A mesma dificuldade existe para programa profissionais que exijam o trabalho em laboratório, mas é possível pensar em programas que usem a infraestrutura instalada em empresas visando a formação de seu pessoal técnico.

## **2.9 Visão da área sobre a modalidade profissional (especialmente o nível de doutorado).**

Embora o mestrado acadêmico em Física e Astronomia esteja bem consolidado no país, o mestrado profissional ainda não conseguiu ampla difusão. Há apenas um mestrado profissional na área, localizado na cidade do Rio de Janeiro que é voltado para a Instrumentação Científica. O mestrado como formação terminal deve ser voltado à especialização ou profissionalização de alto nível e deve ser incentivado na área. Há uma possibilidade latente para o desenvolvimento de pesquisas fora da Academia, como por exemplo, nas empresas ou mesmo, como acontece em outros países, a formação de empresas a partir de novos desenvolvimentos realizados na academia. O programa profissional poderia ser um importante veículo nessa direção. Na área de Física e Astronomia um programa profissional deve estar alinhado a demandas do setor produtivo (industrial, agropecuária, etc.) e do estado (educação, saúde, meio ambiente) que devem ser explicitadas claramente e contextualizadas no que diz respeito à sua inserção social, econômica e regional, sendo importante que o mesmo esteja alinhado com o plano de desenvolvimento da instituição proponente. No caso de



instituições que já tenham programas acadêmicos, a definição das áreas de concentração e das linhas de pesquisa deve deixar bem clara as diferenças com aquelas existentes no programa acadêmico.

É fundamental que um programa profissional apresente além do apoio institucional, estratégias de sustentabilidade e de busca por investimentos, disponibilidade de infraestrutura de ensino e pesquisa, acesso pleno à internet e apoio logístico. E logicamente, um corpo docente qualificado.

Para a existência de um curso de doutorado profissional, a área considera absolutamente necessária a demonstração de que o programa de mestrado profissional na área esteja consolidado e para isso a condição mínima é que o programa de mestrado profissional deva ter alcançado nota 4 ou superior na última avaliação. Como se trata de um programa de duração mais longa do que o mestrado, é também indispensável a existência de estratégias que garantam a sua sustentabilidade por pelo menos um ciclo completo de permanência dos discente matriculados no programa. Propostas de implantação simultânea de programas profissionais de mestrado e doutorados só podem ser acolhidas em casos realmente excepcionais e para isso a proposta deve estar extremamente bem justificada.

## **2.10 Medidas de indução de interação com a educação básica ou outros setores da sociedade.**

O momento é de novidades na Educação Básica com a aprovação da Base Nacional Curricular. Entretanto, as preocupações ainda são as antigas: falta de professores de Física, dificuldade para atualização dos professores em carreiras pouco estimulantes e inexistência de laboratórios na maioria das escolas, sejam elas públicas ou privadas.

A presença no ensino fundamental e médio tem sido uma preocupação de todos os programas desde os mais amplos e tradicionais até aqueles consolidados recentemente ou em fase de consolidação. A quantidade de atividades é bastante ampla e envolve diferentes frentes. Algumas ocorrem na forma de divulgação da ciência e da tecnologia nas redes de ensino médio. Outras atividades importantes e frequentes são visitas organizadas a museus e planetários, gerenciamento de Casas de Ciência, exposição de ciência e tecnologia com acesso a estudantes e cidadãos em geral, visitas organizadas de colégios a centros de pesquisa, organização de *workshops*, organização de feiras, palestras de divulgação abertas ao grande público, etc. Outras atividades também são realizadas como confecção de vídeos educativos, criando possibilidades de ensino à distância e aproximando as atividades realizadas nas universidades de alunos das redes públicas e privadas. Existem também programas de extensão com apoio institucional para ensino e atualização de professores da rede pública além de programas organizados para visitas de pesquisadores a escolas públicas em diferentes Estados. Este é de fato um item que parece estar na agenda de preocupações e atividades de todos programas.

Um aspecto importante e certamente bem mais desafiador é a identificação de competências para criar material de laboratório para as escolas de ensino fundamental e médio. Nos últimos anos, por variadas razões, decresceu o número de laboratórios para experiências escolares no ensino médio. Isso diminui a curiosidade e o estímulo necessários para o estudo de ciências. Adicionalmente, inibe a proliferação e a criação da habilidade de um cientista (físico ou astrônomo, em especial) para atividades de experimentação. Embora essa atividade exista em alguns poucos centros ela deveria ser estimulada e ampliada. A formação científica do jovem em idade escolar de ensino médio é fundamental para gerar continuamente o ingresso de futuros cientistas para as atividades de pesquisa e desenvolvimento no país.

Um esforço desenvolvido pela área para alterar essa situação é o PROFis que é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em conteúdos de Física. A SBF coordena as diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de ensino superior distribuídas em todas as regiões do País. O objetivo é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e metodologias adequadas de ensino para aplicação em sala de aula. Isto inclui estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica,

tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos. Sua primeira turma foi formada em 2013 e o programa tem 768 professores das instituições participantes distribuídas em 65 polos ao longo do território nacional.



**Figura 6: Distribuição dos polos do MNPEF no país**

### 2.11 Visão da área sobre formas associativas.

Os programas em associação na área de Astronomia/Física têm apresentado resultados positivos. Recentemente o programa em associação para o curso de doutorado em Física reunindo UFJF e UFV foi desmembrado e hoje temos dois programas de mestrado/doutorado em Física bastante consistentes, indicando que o período em associação permitiu o amadurecimento do corpo docente e a consolidação de uma cultura de busca da excelência em ambas instituições. Em andamento temos um programa de mestrado em Associação entre UFSJ e UNIFAL. A UFLA que também integrava essa associação solicitou e teve aprovado a proposta de um curso novo de mestrado inteiramente sob a sua responsabilidade.

A área de Astronomia/Física considera importante que propostas de novos programas em associação sejam preferencialmente apresentadas por instituições com condições de infraestrutura e quadro docente permanente com perfis e composições semelhantes, evitando-se sempre que possível situação de forte assimetria. Isso porque será levada em consideração a sustentabilidade do programa original na eventualidade de um desmembramento.

### 2.12 Visão da área sobre mecanismos de solidariedade (Minter/Dinter e Turma Fora de Sede).

Os mecanismos de solidariedade são regidos pelo um Ofício circular da CAPES, pertinente a temática, que orienta a apresentação e acompanhamento de turmas Minter e/ou Dinter e de Turmas Fora de Sede. O Mestrado Interinstitucional (Minter) e Doutorado Interinstitucional (Dinter) são turmas de mestrado e de doutorado acadêmicos conduzidas por uma instituição promotora nacional nas dependências necessariamente de uma instituição de ensino e pesquisa receptora. A área considera que iniciativas deste tipo, em especial o Dinter, podem ajudar a reduzir as desigualdades regionais, principalmente no que diz respeito à região da Amazônia Legal, onde a fixação de docentes tem sido



um grande problema mesmo quando se trata de programas sediados em capitais. Propiciar uma formação pós-graduada a professores já radicados nessas áreas do país e com vínculos profissionais às instituições receptoras pode ser uma importante contribuição para a nucleação de programas de pós-graduação.

A área considera que para o programa Minter, a instituição promotora deve ter seu programa de pós-graduação já consolidado, tendo sido avaliado com nota 4 na sua última avaliação ao passo que para ser uma instituição promotora de um projeto Dinter, seria indicado ter obtido nota 5 na última avaliação.

Turmas Fora de Sede são turmas de mestrado e de doutorado profissionais conduzidas por uma instituição promotora com programa de pós-graduação *stricto sensu* obrigatoriamente nacional e avaliado pela CAPES fora das dependências dessa instituição. Turmas Fora de Sede podem se transformar em importantes canais de ligação entre a academia e o setor produtivo, com o oferecimento de turmas nas próprias empresas em programas desenvolvidos para atender necessidades bem específicas. A área de Astronomia e Física considera que a possibilidade do estabelecimento de Turmas Fora de Sede deve ser considerada com atenção e podem alavancar cursos profissionais na área.

### **3 OUTRAS CONSIDERAÇÕES DA ÁREA**

Física e Astronomia são atividades lastreadas por resultados experimentais. O Brasil criou na última década uma boa infraestrutura laboratorial tanto nas Universidades como nos Institutos de Pesquisa. De fato, pesados investimentos permitiram que as ICTs instalassem centros multiusuários como Centrais Analíticas e Centros de Microscopia Eletrônica, além de conseguirem equipar laboratórios dos mais variados grupos de pesquisa. Entretanto, a queda expressiva nos recursos destinados à pesquisa tem criado problemas para a manutenção e atualização do parque laboratorial instalado no país, com prejuízos para a competitividade da área. É importante que instrumentos de fomento à atividade de pesquisa, em particular a atividade experimental, sejam retomados permitindo que a área se aproxime mais do perfil internacional onde a atividade experimental ocupa cerca de dois terços dos docentes nas Universidades e Institutos de Pesquisa.



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**03.afis@capes.gov.br**