

با هسته‌های تحقیقاتی مرکز

هسته تحقیقاتی نظریه میدان

هرچند نظریه میدان جهت توضیح پدیده‌های کوانتومی در سرعت‌های نسبیتی ابداع شد، اما مطابق معمول نظریه‌های موفق علمی در دیگر رشته‌های علوم نیز کاربرد پیدا کرده است. رابطه نزدیک نظریه میدان با مکانیک آماری عجیب نیست زیرا که در ساختمان نظریه میدان از مکانیک آماری به‌طور بنیادی استفاده می‌شود. اما نظریه میدان در نظریه گرهم از طریق کنش چرن-سیمونز کاربرد دارد. از طرف دیگر مسائل سیستم‌های زیست‌شناختی مانند ژنتیک جوامع و شبکه‌های عصبی را نیز از طریق نظریه میدان و مکانیک آماری می‌توان مورد مطالعه قرار داد.

۱. نظریه چرن-سیمونز

این نظریه در ۳ بعد فضا-زمان تعریف می‌شود و بر اساس یک فرم دیفرانسیلی نهاده شده است که دارای تبدیل پیمانه‌ای می‌باشد. با استفاده از این نظریه، ا. ویتن (E. Witten) چندجمله‌ایهای جدیدی برای گرهم تعریف کرده است که تعمیمی اساسی از چندجمله‌ایهای جونز به دست می‌دهند و امکان پارامتری کردن کامل گرهم را فراهم می‌کنند. علاوه بر این رابطه، نظریه چرن-سیمونز با نظریه میدانهای همدیس و گروه‌های کوانتومی نیز مرتبط است.

گروه‌های کوانتومی در نتیجه مطالعه معادلات یانگ و باکستر به دست آمدند، که این معادلات ریشه در نظریه پراکندگی معکوس و مکانیک آماری انتگرال‌پذیر دارند. این رابطه بین گروه‌های کوانتومی و سیستم‌های انتگرال‌پذیر قابل تعمق است و جالبتر این‌که بین نظریه گرهم و سیستم‌های دینامیکی انتگرال‌پذیر باید رابطه‌ای وجود داشته باشد.

در این هسته تحقیقاتی ارتباط بین گروه‌های کوانتومی و نظریه گرهم مورد مطالعه قرار دارد. از جمله، وجود گروه‌های کوانتومی غیرمنتظره و رابطه گروه‌های کوانتومی با هندسه غیرجابه‌جایی مورد مطالعه است. جالب اینجاست که هندسه غیرجابه‌جایی در فیزیک ذرات بنیادی دارای کاربرد و پیش‌بینیهای مشخص است. در این رشته نتایج جالب و مهمی را می‌توان انتظار داشت.

۲. شبکه‌های عصبی

فعالیت دیگر این هسته تحقیقاتی مربوط به کاربرد مدل‌های مکانیک آماری در شبکه‌های عصبی است. شبکه عصبی نامی است که به ماشین‌های جدید محاسبه داده شده است. این ماشینها شباهتی به ساختمان نوروهای مغز انسان دارند. درحالی‌که معماری ماشین‌های متعارف ثابت است، شبکه عصبی معماری خود را برای حل هر مسئله عوض می‌کند. در عمل یک شبکه عصبی را روی یک ماشین محاسبه متعارف شبیه‌سازی می‌کنیم و با استفاده از مدل‌های مکانیک آماری تحول شبکه را پیش‌بینی نموده و با شبیه‌سازی کامپیوتری مقایسه می‌نماییم. بسیاری از مسائل بهینه‌سازی دارای تعبیر مکانیک آماری و شبکه عصبی هستند و از مسائل جالب در این حوزه، تحول به نقطه مینیمم کلی (global) است.

در تحول سیستم به سوی مینیمم کلی امکان دارد که سیستم در یکی از مینیمم‌های موضعی (local) گرفتار شود و هیچگاه مینیمم کلی را به دست نیاورد. از طرف دیگر سیستم‌هایی که فقط یک مینیمم دارند جالب نیستند. پس بهینه‌سازی در سیستم‌های پیچیده که دارای نقاط عطف متعدد هستند و اطمینان حاصل کردن از اینکه سیستم به سوی نقطه بهینه کلی سوق پیدا می‌کند دارای اهمیت خاصی می‌شود. رابطه بین تابع لیاپونوف یک شبکه عصبی و انرژی آزاد در مکانیک آماری، مسئله بهینه‌سازی را تبدیل به مسئله پیدا کردن نقاط عطف انرژی آزاد می‌نماید. این کاربردهای جالب نظریه میدان و مکانیک آماری، حوزه بسیار جوانی را تشکیل می‌دهند که امید می‌رود در آینده از رشد و توسعه زیادی برخوردار شود.

آشنایی با

مؤسسات تحقیقاتی

مؤسسه ریاضی محض و کاربردی

(ایمپا) در برزیل

مؤسسه ایمپا (IMPA) که محل آن در ریودوژانیرو است، هم از لحاظ تحقیقاتی و هم به خاطر دوره‌های دکتری و کارشناسی ارشدش، معروفترین مرکز ریاضی در آمریکای لاتین است و در خارج از دنیای به اصطلاح اول، همراه با مؤسسه نانا

هندوستان، از بیشترین اعتبار در میان مؤسسات ریاضی برخوردار است.

ایمپا ۴۰ سال پیش به صورت بخشی از انجمن ملی تحقیقات که تازه در برزیل تأسیس شده بود، پدید آمد و در آغاز کار، مرکز پژوهشی بود که تنها در دو اتاق در محل بخش فیزیک انجمن استقرار داشت. در آن زمان، توجه دانشگاه‌های برزیل بیشتر معطوف به تدریس بود و فقط مراکز پژوهشی معدودی در زمینه علوم زیست‌شناسی وجود داشت. فکر استادی تمام وقت هم چندان مطرح نبود.

محل ایمپا در ۱۹۶۷ به ساختمانی قدیمی متعلق به دانشگاه فدرال ریودوژانیرو، که یک قرن قبل به امپراتور برزیل تعلق داشت، انتقال یافت. اولین عضو تمام وقت ایمپا، الون لیم بود که مدیر فعلی مؤسسه است.

از سال ۱۹۶۲ دوره‌های دکتری و کارشناسی ارشد در ایمپا دایر شد و تا ۱۹۷۰، این مؤسسه به ۱۰ نفر درجه دکتری و به ۳۰ نفر درجه کارشناسی ارشد اعطا کرد. در دوره پنجساله ۱۹۶۷-۱۹۷۱، بودجه علوم در برزیل ناگهان ده برابر شد و عده زیادی از ریاضیدانان برزیلی به کشور بازگشتند. با این حال، هنوز هم در ایمپا سمت‌های رسمی وجود نداشت و تا سال ۱۹۷۵، اعضای آن بورس‌هایی می‌گرفتند که باید هر سال تجدید می‌شد.

در سال ۱۹۶۹ بحث مهمی درباره ماهیت ایمپا درگرفت: آیا این مؤسسه باید فقط یک مرکز پژوهشی باشد یا آنکه برنامه‌های منظم کارشناسی ارشد و دکتری هم داشته باشد؟ آیا فقط باید در خدمت برزیلیها باشد یا آنکه درهای آن به سوی تمام جهان گشوده باشد؟ خوشبختانه تصمیم گرفته شد که ریاضیدانان جوان از سراسر جهان به این مرکز جذب شوند. این مؤسسه و چند مؤسسه علمی دیگر برزیل، انجمن ملی تحقیقات را متقاعد کردند که دانشجویان بر اساس استعدادشان و توصیه استادانشان پذیرفته شوند و یک دوره پس از دکتری دایر شود که بهترین فارغ‌التحصیلان دکتری این مؤسسات برای یک یا دو سال به خارج بروند. در همین زمان، ساختار جدید ایمپا مرکب از یک مدیر و سه کمیته داخلی: فعالیت‌های علمی (میهمانان، کنفرانسها، ...)، پذیرش دانشجویان و تدریس، انتشارات و کتابخانه، شکل گرفت. یک کمیته عالی هم تشکیل شد تا در اموری از قبیل استخدام، ترفیعات، و راه‌اندازی رشته‌های جدید تصمیم بگیرد.

نتایج این تحولات زودتر از حد انتظار آشکار شد و ایمپا در دهه هفتاد اعتلای بسیار یافت. این مرکز در حال حاضر ۲۵ عضو دائم در رشته‌های هندسه جبری و نظریه اعداد، هندسه دیفرانسیل، اقتصاد ریاضی، بهینه‌سازی، احتمال، گرافیک