گزارش

اولین سمینار بین المللی ارتقاء تفکر منطقی در فیزیک

University of Udine
Interdepartmental Centre for Research in Education (CIRD)
Physics Department

گزارشگران : احمد احمدی، روح اله خلیلی بروجنی

اولین سمینار بین المللی ارتقاء تفکر منطقی در فیزیک[1] در تاریخ یازدهم الی شانزدهم شهریورماه سال جاری(2-7 Sep.2001) توسط گروه بین المللی پژوهش و آموزش فیزیک[2] و با همکاری دانشگاه اودینه[3] در ایتالیا برگزار شد.
در این سمینار استادان آموزش فیزیک، محققان و برنامه ریزان فیزیک گرد هم آمده بودند تا دیدگاههای منطقی را در فیزیک ارتقاء بخشند و آن را تا اتخاذ راهبردهای آموزشی، تسری دهند. از ایران نیز ۴ نفر در این سمینار شرکت کرده بودند.

مقدمه

هم اکنون در ارایه ی نظریه های فیزیکی از زبان و مدل های ریاضی استفاده ی گسترده ای می شود. هرچند ابزار ریاضی در کشف معادله ها و رابطه های موجود بین پدیده ها بسیار قدرتمند است و درک این مفاهیم را برای ما بسیار جالب می کند، ولی تضمینی وجود ندارد که دانش آموزان هم به این درک زیبا برسند.

از آنجایی که فیزیک یکی از دروس پایه برای بسیاری از رشته ها از جمله مهندسی و پزشکی است و سهم آن در رشد و توسعه ی صنعت و فنّاوری انکارناپذیر است، لیکن گسترش و ارتقاء آموزش فیزیک اجتناب ناپذیر است.

یادگیری ریاضیات و کاربرد آن در فیزیک مستلزم صرف انرژی و وقت زیاد است و این امر فیزیک را دور از دسترس همگان قرار می دهد، زیرا برای درک و فهم آن باید از پل ریاضیات عبور کرد.

هدف های سمینار

۱ ـ همگانی کردن درک و فهم فیزیک با حفظ محتوای علمی آن.

۲ ـ پی ریزی برنامه ی درسی بر اساس برانگیختن حس کنجکاوی و تفکّر منطقی که از آن بتوان به مدلهای ریاضی رسید.

۳ ـ کاربرد فنّاوری های جدید و رایانه در آموزش فیزیک.

۴ ـ بررسی نقش معلمان به منزله ی یک پژوهشگر در مدرسه.

۵ ـ ارایه ی نتایج پروژه های تحقیقاتی اجرا شده در مدارس و بررسی نتایج آنها.

◀ محل برگزاری سمینار (بنای این ساختمان متعلق به دورهٔ رنسانس است.)

محتوای علمی سمینار

در مجموع، سمینار شامل هشت **سخنرانی عمومی**[۴] و هفت **کارگاه آموزشی**[۵] بود، که در ادامه عنوان سخنرانی‌های عمومی و کارگاه‌های آموزشی با شرح مختصری می‌آید.

سخنرانی‌های عمومی

۱ـ تخیل و تفکر منطقی: عبور از ابزار به سوی فرآیندها و بازگشت دوباره[۶]

ارایه‌دهنده: منفرد اُولر

اگرچه عموماً بر این باورند که بدون تخیل و تجسم ذهنی، درک روشنی از مسائل به دست نمی‌آید، اما نقش تخیل و تفکر منطقی در یادگیری ریاضیات و فیزیک به طور مناسب مورد توجه قرار نمی‌گیرد. به دلیل توجه ناکافی در کتاب‌های درسی به عامل ذکر شده، شاهد بازدهی پایینی در فرآیند یاددهی ـ یادگیری فیزیک هستیم.

در این سخنرانی شواهدی از زمینه‌های مختلفی مورد بحث قرار گرفت که نشان می‌داد رابطه‌ی نزدیکی میان تخیل ذهنی و استدلال علمی وجود دارد، همچنین از مباحث مختلف فیزیک نمونه‌هایی از قبیل مکانیک، آکوستیک و... ارائه شد. این نمونه‌ها نقش رابطه‌ی نزدیک بین تخیل و استدلال علمی را نشان می‌دادند.

در ضمن، جنبه‌های فرانظری و علمی روش فوق مورد بحث قرار گرفت.

۲ـ اصلاح و بازنگری در برنامه‌ی درسی فیزیک: چگونه می‌توانیم آن را انجام دهیم[۷]؟

ارایه‌دهنده: رابرت جی فولر

بخشهای مختلف فیزیک در آمریکا چه در سطح متوسطه و در چه در سطح دانشگاه با درخواست‌های زیادی مبنی بر تغییر برنامه درسی مواجه‌اند. به طوری که در دانشگاهی که من فعالیت می‌کنم از ما خواسته شد در برنامه درسی به واقعیت‌های محیطی نیز توجه شود. در این سخنرانی پس از نگاهی گذرا به زندگی **رابرت کارپلاس**[۸] ـ فیزیکدان و مربی بی‌نظیر آموزش علوم دانشگاه برکلی ـ کار و فعالیت‌های او در زمینه‌ی آموزش علوم و دلایل او برای تغییر و اصلاح فیزیک دوره‌ی دانشگاه مورد بحث قرار گرفت. همچنین علاقه رابرت کارپلاس به نوع استدلال دانش‌آموزان دوره راهنمایی و متوسطه بحث گردید.

۳ـ اسباب‌بازیهای جهنده: موضوعی برای اثر متقابل بین نظریه و تجربه[۹]

ارایه‌دهنده: کریستین اوکه

اسباب‌بازیهای کوچک و ارزانی وجود دارد که به نام اسباب‌بازیهای جهنده (پرشی) معروف‌اند. این اسباب‌بازیها به شکلهای مختلفی ساخته می‌شوند. معمولاً این اسباب‌بازی‌ها، از یک بدنه‌ی پلاستیکی که بر روی یک فنر نصب شده، تشکیل می‌شوند.

نمایی از دانشگاه اودینه ◀

وقتی که فنر فشرده می‌شود، پس از مدتی اسباب‌بازی حدود ۱ متر بالا خواهد پرید. از نظر تئوری با این مبحث در سطح مقدماتی و پیشرفته می‌توان برخورد کرد. با استفاده از این آزمایش‌های مکانیکی ساده می‌توان انگیزه‌ی زیادی در دانش‌آموزان ایجاد کرد. همچنین این امکان پیش می‌آید که حرکت اسباب‌بازی را با حرکت و ارتفاع پرش حیوانات و انسانها مقایسه کنیم. همچنین برای نمایش حرکت آرام اسباب‌بازی می‌توان از دوربین‌های دیجیتال با سرعت بالا استفاده کرد و با فیلمبرداری و نمایش حرکت اسباب به نکات واقعاً شگفت‌انگیزی دست یافت. این مبحث برای معلمان جالب خواهد بود. بدین ترتیب می‌توانند اثر متقابل آزمایش و نظریه را مورد بحث قرار دهند و ارتباط بین فیزیک و دیگر رشته‌ها را پیدا کنند.

۴ ـ رهیافت‌های مناسب در ارتقاء تفکر منطقی در فیزیک[۱۰]

ارایه‌دهنده: النا ساسی

از میان مؤثرترین تازه‌های آموزشی که توسط ICT معرفی شده است رهیافت‌هایی مبتنی بر تجربیات و تصورات مناسب وجود دارد.

روشهای مذکور، مطالعه پدیده‌های پیچیده را که با توجه به دانش پایه‌ی دانش‌آموزان برای آنها کاملاً شناخته شده بود در آموزش علوم و فیزیک به همراه داشت. در ضمن، این روشها چگونگی ارتباط بین تفکر منطقی و فعالیت‌های تجربی را شامل می‌شد.

همچنین روشهای مذکور این امکان را به وجود می‌آورد که به جای پرداختن به موارد آرمانی و انتزاعی به بررسی پدیده‌های آشنا، ولی پیچیده پرداخته شود. اگرچه روش مذکور با توجه به نیاز روزافزون دانش‌آموزان، توانسته تأثیرات مثبتی در کمک به دانش‌آموزان در بهبود تفکر منطقی و چگونگی ارتباط زبان ریاضی با فیزیک داشته باشد، ولی استفاده از آن گسترش نیافته است.

در این سخنرانی دلایل ظاهراً موجهی که بر علیه ادامه روش مذکور ارائه شده است مورد بحث قرار گرفت و توصیه‌های لازم برای آموزش این روش به معلمان داده شد.

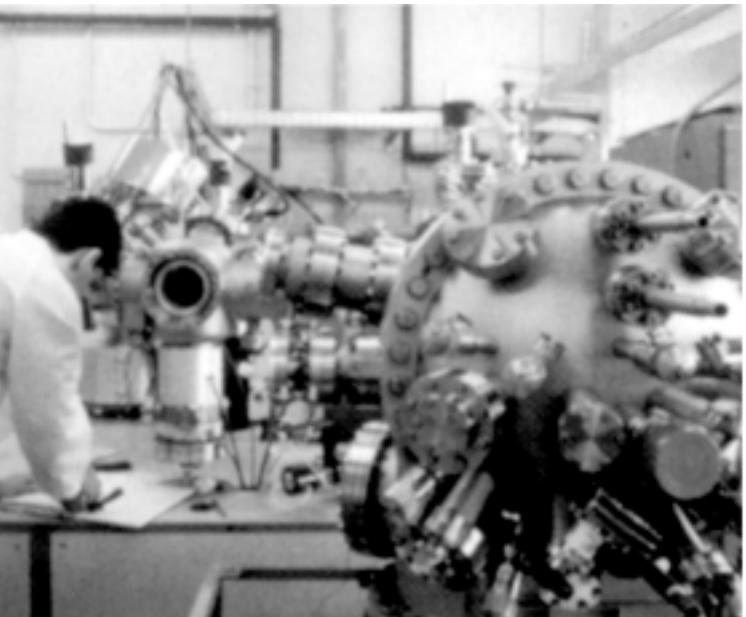
۵ ـ تفاوت بین استفاده از ماهیت ریاضی در فیزیک و ریاضیات و اهمیت محیط مناسب در یادگیری علوم و ریاضیات[۱۱]

ارایه‌دهندگان: تون الرمیجر و آندره هک

از یک محیط مناسب برای آموزش ریاضیات و علوم انتظار می‌رود که دانش‌آموزان و معلمان بتوانند:

- از ابزارهای مختلف برای بیان مفاهیم علوم و ریاضیات به طور واقعی استفاده کنند.
- به بررسی مفاهیم از وجوه مختلف بپردازند.
- از علل استفاده از ابزار و روش خاصی در بررسی یک مفهوم آگاهی یابند. در این سخنرانی تفاوت‌های بین استفاده از توابع و متغیرها در ریاضی و فیزیک بحث گردید. همچنین به اهمیت محیط مناسب در یادگیری علوم و ریاضیات نیز پرداخته شد.

▼ در حاشیه سمینار، بازدیدی از سینکروترون که در نزدیکی شهر تریسست واقع بود، به‌عمل آمد.



۶ـ یک چارچوب عملی برای کار آزمایشگاهی[۱۲]

ارایه‌دهنده: ماتیلده ویسن تینی

در این سخنرانی یک چارچوب عملی برای کارهای آزمایشگاهی که از فعالیت‌های دانشمندان به دست آمده است، ارائه گردید تا معلمان و مربیان آموزشی بتوانند از آنها در ارزشیابی از فعالیت‌های تجربی دانش‌آموز استفاده کنند.

به جهت پیچیدگی موضوع، این سخنرانی از سه زاویه، این مهم را مورد بررسی قرار داد و جنبه‌های مختلف مسئله را در نظر گرفت.

سازماندهی و گسترش دانش علمی، تجربه و آزمایش، ساختار دانش علمی، سه وجهی هستند که با توجه به آنها به بررسی موضوع پرداخته شد. در پایان، هر سه وجه با یکدیگر مقایسه گردید.

۷ـ آیا تفکر منطقی در همه‌ی شرایط سودمند است؟[۱۳]

ارایهٔ‌دهنده: ستا آبک

به اعتقاد بسیاری از دانش‌آموزان، روابط ریاضی در فیزیک، با زندگی روزمره ارتباطی ندارد و صرفاً مربوط به مدرسه است.

به همین جهت یکی از هدف‌های مهم آموزش علوم به خصوص فیزیک ارتقاء دانش و بینش دانش‌آموزان است به طوریکه با کسب مهارتهای مختلف بتواند پدیده‌های مختلفی را که در زندگی روزمره با آنها مواجه‌اند با دانسته‌های خود توجیه کنند و دانسته‌های خود را به گونه‌ای در زندگی روزمره به کار گیرند.

در تدریس سنتی فیزیک، بیشتر تکیه بر حفظ تعاریف، مفاهیم و روابط ریاضی است. اما آنچه به صورت یک پرسش جدی مطرح است این موضوع مهم است که کمتر فیزیکدان‌ها از خود می‌پرسند که آیا افراد عادی نیز قادر به درک روابط متنوع ریاضی در فیزیک هستند. و یا چگونه دانش‌آموزان می‌توانند قوانین مختلف را با زندگی روزمره‌ی خود مرتبط سازند. در سال ۱۹۶۹ **اریک راجرز** پیشنهاد کرد اگر معلمان تعاریف مرسوم قانونهای نیوتون را به دانش‌آموزان ارایه دهند و از آنها توضیح بخواهند، معلمان از جواب‌های مختلف دانش‌آموزان متعجب خواهند شد.

تحلیل عملکرد دانش‌آموزانی که در اسلوونی رشته فیزیک را به عنوان رشته اصلی خود انتخاب کرده‌اند و با استفاده از ابزارهای ریاضی موفق به حل مسائل مختلفی شده‌اند، نشان می‌دهد که این دانش‌آموزان به ندرت توانسته‌اند به پرسشهای ساده‌تر پاسخ دهند. به عنوان مثال دانش‌آموزان مذکور به راحتی توانسته‌اند دوره‌ی تناوب و سرعت گردش ماهواره را به دور زمین به دست آورند، ولی در پاسخ به این پرسش مفهومی که **چرا ماهواره به طرف زمین سقوط نمی‌کند؟** عاجزند!

بنابراین مشاهده می‌شود که میان روابط ریاضی فیزیک و درک مفهومی یک پدیده فاصله‌ی بسیار زیادی وجود دارد.

در کشور اسلوونی از حدود چهار دهه‌ی قبل با شناسایی این مشکلات، کوشش‌های زیادی در جهت تغییر رویکردهای آموزش فیزیک و تمرکز بر روی درک مفهوم یک پدیده به جای روابط ریاضی حاکم بر آن انجام شده است.

اما سئوال مهمی که اکنون مطرح است این است که چرا در طی این ۴۰ سال شرایط به طور چشمگیری تغییر نکرده است؟

هرچند روش‌ها و رویکردهای جدید تا حدود زیادی نتیجه‌بخش بوده‌اند اما این روش‌ها در موارد بسیار محدود و صرفاً توسط مربیان علاقمند بکار برده شده‌اند. برای بسیاری از معلمان و دانش‌آموزان، روشهای سنتی تدریس هنوز آسانترین راه برای رسیدن به هدف، یعنی گرفتن مدرک می‌باشد. از آنجائیکه تعداد دانش‌آموزان افزایش یافته و معلمان نیز ناگزیر به تدریس کلیه سرفصل‌ها در یک زمان مشخصی هستند، بنابراین فرصت کمتری برای مباحثه که تنها راه درک مطلب است، باقی می‌ماند.

در اسلوونی، تمام مسائل مطرح شده در امتحانات بسیار

مهم تلقی می‌شوند، در صورتی که تنها پانزده درصد دانش‌آموزان درس فیزیک را به عنوان رشته‌ی اصلی خود انتخاب می‌کنند.

تغییر در روش‌های تدریس فیزیک صرفاً یک مسئله آموزشی نیست، بلکه از نظر روانشناسی و اجتماعی نیز مهم است.

شیوه‌های سنجش و ارزش‌یابی کمک شایانی در درک بهتر فیزیک فراهم می‌کند. به طوری که شاید بتوان گفت ارزشیابی یکی از مهمترین ارکان در آموزش محسوب می‌شود. همچنین وجود یک معلم خوب نیز عامل بسیار مهمی در ارتقاء وضعیت دانش و بینش دانش‌آموزان نسبت به فیزیک است.

از آنجایی که در بسیاری از کشورها معلم مجرب به اندازه‌ی کافی وجود ندارد، ضرورت دارد در مراکز آموزش معلمان، کارگاه‌هایی تشکیل شود تا معلمان در ضمن آن به بحث، تبادل اندیشه و تجربه بپردازند و موجبات ارتقاء وضعیت خود را فراهم سازند.

۸ـ دلایل منطقی مکانیک کوانتومی: چگونه می‌توانیم آن را عینی کنیم[۱۴]؟

ارایه‌دهنده: دین زولمان

در این سخنرانی به بررسی روشهایی پرداخته شد که مکانیک کوانتوم را برای دانش‌آموزانی که توانایی‌های نسبتاً زیادی دارند قابل دسترسی و استفاده نماید. زیرا دانش‌آموزانی که مهارت‌های لازم را دارا هستند، بیشتر به ذات انتزاعی آن توجه دارند و کمتر به معنی و مفهوم آن توجه می‌کنند.

فعالیت‌های پیشنهادی و آموزش مناسب دانش‌آموزان، سبب می‌شود تا آنان بتوانند با بهره‌گیری از مهارت استدلال، به درک جنبه‌های مختلف مکانیک کوانتوم بپردازند.

کارگاه‌های آموزشی

کارگاه‌های آموزشی یکی از بخش‌های مهم و اصلی سمینار بود که نتایج بسیار حائز اهمیتی را به دنبال داشت. در این کارگاهها که از قبل موضوع آنها مشخص شده بود، هر شرکت‌کننده با توجه به علاقه و زمینهٔ پژوهشی خود در یکی از آن‌ها شرکت می‌کرد. برای هر کارگاه سرپرستی در نظر گرفته شده بود که در زمینه‌ی موضوع کارگاه از تخصص کافی برخوردار بود. نقش سرپرست، ساماندهی بحث‌ها و در نهایت نتیجه‌گیری از پیشنهادها شده بود. همچنین در

◀ در حاشیهٔ سمینار، بازدیدی از مرکز بین‌المللی عبدالسلام برای فیزیک نظری به عمل آمد. در این بازدید با آقای دکتر سیف‌اله رنجبر که یکی از فیزیکدانان برجسته در سطح جهان هستند، گفتگویی به عمل آمد. ایشان از سال ۱۹۸۱ در این مرکز مشغول به فعالیت بوده و در زمینهٔ نظریهٔ ریسمانها صاحب نظریه‌های معتبری هستند.

▲ به ترتیب از چپ به راست: آقایان دکتر سیف‌اله رنجبر، حسن علیایی، روح‌اله خلیلی، احمد احمدی

روز ارائه گزارش کارگاه‌ها، سرپرستان هر کارگاه، باید گزارشی از نتایج بحث‌های انجام شده را ارایه می‌دادند.

بحث‌های انجام شده در هر کارگاه حول چهار محور زیر بود:

۱ ـ در ابتدا هر شرکت‌کننده نظرات و عقاید اولیه‌ی خود را به صورت کلی در خصوص موضوع مطرح شده ارایه می‌کرد.

۲ـ در این مرحله با گروه‌بندی اعضای شرکت‌کننده در کارگاه، نفرات هر گروه حول موضوع به بحث و تبادل نظر می‌پرداختند.

۳ـ هر گروه با بحث پیرامون جنبه‌های خاص و پر اهمیت موضوع، بینش و نگرش عمیق‌تری نسبت به آن به‌دست می‌آورد.

۴ـ هر گروه باید نتیجه‌ای از بحث‌های انجام‌شده را به سرپرست کارگاه ارایه می‌داد.

موارد ۱ و ۲ در اولین بعدازظهر و موارد ۳ و ۴ در دومین بعدازظهری که به کارگاه‌ها اختصاص یافته بود، انجام گردید.

به جهت اهمیت بحث‌هایی که در کارگاه‌ها انجام می‌شد، و به جهت بهره‌گیری بیشتر از نتایج سمینار اعضای گروهی که از ایران در این سمینار شرکت کرده بود، هر کدام در یکی از کارگاه‌ها شرکت کردند.

در ادامه به معرفی هر کارگاه خواهیم پرداخت.

کارگاه‌های آموزشی

۱ـ اثر متقابل نظریه و آزمایش[۱۵]

ارایه‌دهنده‌گان: آن‌ده آمروسیس و جی سفینارنیادو

در این کارگاه به بحث در مورد چگونگی استفاده از اثر متقابل نظریه و آزمایش پرداخته شد به‌طوری که راهکارهای مناسب برای اینکه فیزیک را برای طیف وسیعی از دانش‌آموزان ـ از ابتدایی تا دبیرستان ـ قابل دسترسی و جالب توجه کنیم، مطرح گردید. همچنین در این کارگاه حول مباحث زیر نیز بحث شد:

- ایجاد نگرش مثبت در جوانان نسبت به علم فیزیک.
- نزدیکی زبان فیزیک با زبان روزمره.
- ارتباط میان ریاضیات و فیزیک.

● تا چه حد مرتبط کردن تئوری با آزمایش‌های ساده‌ی فیزیکی که در زندگی روزمره انجام می‌دهیم، امکان‌پذیر است؟

● آیا انجام آزمایش‌هایی که جنبهٔ تاریخی دارند، برای درک بهتر مفاهیم خاص فیزیک سودمندند؟

● آیا آزمایش‌های ساده‌ای وجود دارد که نشان دهد قوانین فیزیکی برای کمک به ایجاد یک نگرش مثبت نسبت به فیزیک و زندگی روزمره سودمند است؟

● آیا می‌توان از رایانه به‌عنوان یک آزمایشگاه استفاده کرد؟ چگونه این موضوع به درک بهتر ما از فیزیک کمک می‌کند؟

هریک از مباحث بالا در هر گروه مورد بحث و بررسی قرار گرفت و نتیجه آن در حضور سرپرست کارگاه برای دیگر گروه‌ها تشریح گردید.

۲ـ آموزش فیزیک به روش ساختن مدل[۱۶]

ارایه‌دهنده: آر. ام اسپراندو. مینو

اخیراً در کمیته‌ی آموزش علوم ایتالیا، تمایل زیادی نسبت به ترویج استدلال بر مبنای مدل در تمامی سطوح مدرسه پیدا شده است. به علاوه پیرو گزارشات پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه‌ی تغییر آموزش علوم، توصیه‌ی اکیدی مبنی بر استفاده از مدل در آموزش علوم شده است.

مدل‌سازی به معنای روند ساخت و استفاده از مدل‌ها است. آموزش از طریق مدل‌سازی به دانش‌آموزان می‌آموزد که چگونه به تجربیات فیزیکی خود معنا دهند و چگونه داده‌های دریافت‌شده را پردازش و ارزیابی کنند. بسیاری از انسان‌ها از مدل‌ها برای مقاصد مختلفی استفاده می‌کنند. زیرا بدین طریق می‌توانند به تجربیاتشان معنا ببخشند.

به منظور درک بهتر و ارایه‌ی تعریف جامعی از **مدل**، نیاز به مرزبندی زمینه‌های تجربی مورد علاقه‌ی خود داریم. در تحقیقات علمی، عموماً مدل به عنوان بیان ساده‌شده‌ای از سیستم‌های واقعی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین مدل تلویحاً نشان‌دهنده‌ی بیان یک واقعیت بوده، اما اغلب به شکل ساده‌تری است که با خود نظم و ساختاری را به همراه دارد. مدل‌ها معمولاً به چهار صورت موضوعی، تجسمی، شفاهی و نمادین ارایه می‌شوند. استفاده از هر روش، توانایی‌های نمایشی آن مدل را مشخص کرده و تعریف خاصی از آن ارایه می‌دهد.

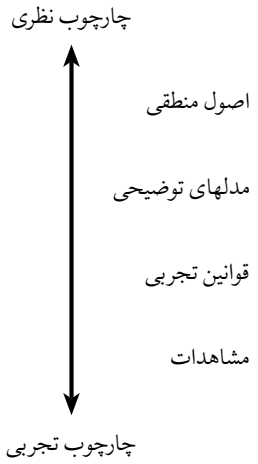
آیا مدل‌سازی به فیزیک مربوط می‌شود؟ و به آموزش فیزیک کمک می‌کند؟

عموماً بر این باورند که هدف کلی علم فیزیک تفسیر و تعبیر پدیده‌های دنیای پیرامون است. تفسیر و تعبیر مدل‌ها باعث درک دنیای فیزیک می‌شود. مدل، تقلید از یک پدیده نیست، بلکه فقط تعدادی از ویژگی‌های واقعی آن را نمایش می‌دهد.

تحقیقات بسیاری در زمینهٔ نسبت میان مدل و آموزش فیزیک انجام شده و نتیجهٔ بیشتر این تحقیقات نشان داده

است که روش مدل‌سازی روش مناسبی برای نظم بخشیدن و مرتبط ساختن موضوع با دنیای واقعی دانش‌آموز در فرایند یاددهی- یادگیری است.

شکل زیر (پیکان دوسر)، دو راه ممکن برای چگونگی آموزش فیزیک را نشان می‌دهد.



آموزش فیزیک اولاً، به‌عنوان یک فرایند **استدلال قیاسی**[۱۷] (شامل اصول کلی و پیش‌بینی‌های تجربی خاص) است، ثانیاً به‌عنوان یک فرایند ساخت دانش علمی توسط مدل (که شامل تمامی سطوح انتزاعی فیزیک می‌شود)، مبتنی بر تجربیات ماست. رهیافت نخست معمولاً در تدریس سنتی استفاده می‌شود. بدین صورت که تمامی مباحث و مفاهیم خاص (که قبلاً فرمول‌بندی شده و یا به‌راحتی قابل تبدیل به فرمول هستند) در ابتدا به صورت رابطه ارائه می‌شوند و سپس با پدیده‌های موجود در دنیای واقعی مقایسه می‌شوند. برعکس، روش مدل‌سازی بر روی دنیای واقعی تمرکز می‌کند، یعنی جایی که دانش‌آموزان زندگی می‌کنند و تجربیات آن‌ها نقطه‌ی شروع شکل‌دهی دانش علمی، در نظر گرفته می‌شود. این روش، مسائل مختلفی در فرایند یاددهی- یادگیری دربردارد که نیاز به بحث و تحقیق دارد.

مدل‌های علمی و دیدگاه‌های شخصی

مدل‌های علمی معمولاً از مدل‌هایی که دانش‌آموزان معمولاً در ذهن خود پرورش می‌دهند، متفاوت هستند. به همین جهت برای کم کردن این فاصله لازم است در مدل‌های علمی یک سری تغییراتی ایجاد شود ودرنتیجه سازگاری دانش‌آموزان با مدل‌های علمی به تدریج به‌وجود خواهد آمد. این روش تلویحاً بیان می‌کند که در آموزش مفاهیم فیزیک صرفاً و اساساً نباید به علم فیزیک تکیه کرد بلکه می‌بایست نکات آموزشی و نظریات دانش‌آموزان را درنظر گرفت. نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهند که یک مفهوم خاص فیزیک تنها از یک طریق قابل ارایه نیست، بلکه برحسب موقعیت‌های مختلف می‌توان مفاهیم دیگری را نیز با آن بیان کرد.

▲ نمایی از مرکز بین‌المللی عبدالسلام برای فیزیک نظری (ICTP)

در ضمن نظرات و مدل‌هایی که دانش‌آموزان در ذهن خود دارند، بر تفسیر آنها نسبت به هریک از مفاهیم تأثیر می‌گذارد.

به هرحال، بسیاری از مسائل آموزشی نیاز به درک عمیقی دارند و در این زمینه سؤال‌های بسیاری مطرح است. بازسازی مفاهیم فیزیک چه مشکلات آموزشی را دربردارد؟ آیا این مشکلات صرفاً به سطوح مدرسه مرتبط می‌شود؟ رایانه‌ها چگونه در ساخت مدل‌های موردنظر، دانش‌آموزان را یاری می‌دهند؟ رایانه‌ها با به تصویر کشیدن مدل‌های مختلف چه نقشی در یادگیری دانش‌آموزان ایفا می‌کنند؟

قوانین تجربی و مدل‌های تبینی[18]

بسیاری از روش‌های نوین برای آموزش فیزیک مهم‌ترین هدف خود را آگاه ساختن دانش‌آموزان از روش‌های علمی دانسته و از مدل‌هایی که براساس اطلاعات به‌دست آمده ساخته می‌شوند، استفاده می‌کنند. استدلال علمی نه‌تنها مشاهدات و تفسیر مطالب را شامل می‌شود، بلکه استدلال براساس مدل‌های تبینی را نیز دربرمی‌گیرد. و از آنجایی که این نوع مدل‌ها قابل مشاهده نیستند، درنتیجه ماهیت و ساختار آنها از طریق مقایسه کردن مشاهدات و یا فعالیت‌های آزمایشگاهی نیز قابل دسترسی نیست. هرچند آزمایش‌هایی می‌تواند انجام شود که به منزله‌ی فعالیتی برای تفسیر و سنجش مدل‌های تبینی به‌حساب آیند.

مدل‌سازی و ابزارهای آموزشی[19]

به منظور ترویج واقعی علوم در تمامی مقاطع تحصیلی، لازم است روش‌هایی برای رواج مدل‌سازی و انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی بیابیم. روشن است که استفاده از فناوری و آزمایشگاه‌های مجازی کامپیوتری نتایج مطلوبی را درپی داشته و موجب افزایش علاقه‌ی دانش‌آموزان در یادگیری شده است.

در ضمن کامپیوترها می‌توانند نقش مطلوبی در کمک به دانش‌آموزان برای فراگیری مدل‌سازی و آزمایش آنها ایفاء کنند. فناوری اطلاعاتی می‌تواند به استفاده، سازماندهی و ساخت مدل‌هایی که براساس دانش (عمومی و یا علمی) ساخته می‌شوند، کمک مؤثری کند.

این کمک می‌تواند به صورت‌های زیر تعبیر شود

- تجسم، ساختار مدل‌ها و سنجش آنها را میسر می‌سازد.
- مشخص کردن مدل‌هایی که فیزیک را قابل دسترسی می‌کند.
- تمرکز بر روی استدلال کیفی مدل‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد.

۳ـ مدلسازی برای دانش‌آموزان نوجوان[20]

ارایه‌دهنده: یان لارنس

در انگلیس، مدلسازی در بسیاری از سطوح دبیرستانی و مقاطع لیسانس عمیقاً ریشه کرده است. مدل‌هایی که در اینجا ساخته می‌شوند، عموماً مبتنی بر داده‌ها است. همچنین در این مدل‌ها استفاده نسبتاً زیادی از ریاضی می‌شود. در این کارگاه درخصوص امکان استفاده از رایانه و ابزارهای دیگری که در انجام مراحل مدل‌سازی برای گروه‌های سنی دبیرستان

مناسب است، به بحث پرداخته شد.

۴ـ اسباب بازی‌ها برای یادگیری فیزیک[۲۱]

ارایه‌دهنده: کریستین یوکه

در سمینار بحث زیادی درخصوص جنبه‌های کمی، کیفی و نظم درونی اسباب‌بازی‌ها شد.

در اولین گام شرکت‌کنندگان به توصیف تجارب شخصی خود پرداختند.

نقش مؤسسه‌های مختلف از قبیل مدرسه‌ها، موزه‌ها، نمایشگاه‌ها، فروشگاه‌های لوازم آزمایشگاهی و غیره را در فرایند یاددهی یادگیری فیزیک مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در این کارگاه شرکت‌کنندگان با آوردن اسباب‌بازی‌های مختلف، کاتولوگ‌ها و کتاب‌های مختلفی به بررسی پیرامون جنبه‌های متفاوت آنها موجبات غنی‌تر شدن کارگاه را فراهم نمودند.

۵ـ شروع زود هنگام در فهم فیزیک: چرا، چه موقع، چگونه؟[۲۲]

ارایه‌دهنده: پاولو گیودونی

بسیاری از گروه‌های تحقیقاتی بر این باورند که درک پدیده‌های دنیای پیرامون و تعبیر آنها از یک‌سو از منظر ذهنیات کودکان قابل بحث هستند و از سوی دیگر از منظر قوانین و تجربیات علمی.

در دو دهه‌ی اخیر روش‌های بسیاری درخصوص موضوع تحقیقاتی مذکور به‌دست آمده است. هدف این کارگاه بیشتر بحث پیرامون نتایج این روش‌ها و تحقیقات بود، به‌طوری‌که در پایان توصیه‌ها و پیشنهادهایی جهت رشد و توسعه‌ی دانش فیزیکی دانش‌آموزان ارایه شد.

۶ـ فناوری‌های جدید و رایانه در یادگیری فیزیک[۲۳]

ارایه‌دهنده: لارنس دوگرس

در این کارگاه روش‌های استفاده از فناوری‌های جدید در آموزش فیزیک در کشورهای مختلف با یکدیگر مقایسه شد. همچنین به نقش مهم مهارت‌های آموزشی معلمان و تأثیر مثبت آنها بر یادگیری دانش‌آموزان تأکید گردید. شرکت‌کنندگان در این کارگاه با اظهارنظر در مورد موضوع به بیان دیدگاه‌های خود و به بحث و تبادل‌نظر پیرامون سؤال‌های زیر پرداختند.

● چگونه معلمان از فناوری‌های جدید در آموزش فیزیک استفاده کنند؟

● چگونه با استفاده از فناوری‌های جدید، می‌توانیم بهتر به اهداف آموزشی نائل شویم؟

● دانش‌آموزان چگونه از فناوری‌های جدید در یادگیری فیزیک استفاده کنند؟

● تأثیر فناوری‌های جدید بر فرآیند یاددهی ـ یادگیری به چه صورت است؟

۷ـ کتاب‌های درسی به منزلهٔ تجسمی از فلسفهٔ آموزش[۲۴]

ارایه‌دهنده: زوفیا گلاب‌ـ مییر

نگاهی به کتاب درسی **میلنیا**[۲۵] فرصت مناسبی برای تأمل بر روی تغییرات به وجود آمده در آموزش فیزیک و روش‌های جدید موجود در آن می‌باشد.

با بررسی کتاب‌های درسی به این نتیجه می‌رسیم که چگونه می‌توان هدف‌ها را در داخل فعالیت‌ها، تمرین‌ها و مباحث مختلف دنبال کرد. ارتباط موضوع با زندگی روزمره یک واژه‌ی کلیدی در آموزش فیزیک است و به جای استفاده از زبان محض علمی، استفاده از زبانی که دانش‌آموز در زندگی روزمره از آن استفاده می‌کند، توصیه می‌شود.

همانطور که بیشتر ما می‌دانیم، روش آموزش به طریق سنتی به جز در موارد خاص با شکست مواجه شده و روش‌ها و ایده‌های جدید جایگزین آنها شده و در این کارگاه کتاب‌های درسی جدید از نقطه‌نظرات زیر مورد بررسی قرار گرفت

- روش‌های جدید در آموزش فیزیک چگونه در کتاب‌های درسی منعکس می‌شود؟
- مخاطب اصلی کتاب‌های درسی چه کسی است؟ دانش‌آموزان یا معلمان؟
- آیا نظرات و عقاید دانش‌آموزان برای ما شناخته شده است؟
- آیا فرصت مناسب برای رسیدن به اهداف جدید آموزش فیزیک در اختیار داریم؟
- آیا فرصتی برای برآورده کردن انتظارات اجتماعی وجود دارد؟

زیرنویس‌ها : .....

1. Developing Formal Thinking in Physics
2. Groupe International de Recherche sur IÉnseignement de la Physique (GIREP)
3. Udine
4. General Talks (GT)
5. Workshops

6. IMAGERY AND FORMAL THINKING: FROM THINGS TO PROCESSES AND BACK AGAIN
Manfred Euler, IPN-Institute for Science Education at the University of Kiel
Olshausenstr. 62 24098 Kiel, Germany (euler@ipn. uni-kiel.de)

7. PHYSICS CURRICULUM REFORM: HOW CAN WE DO IT?
Robert G. Fuller, Department of Physics and Astronomy, University of Nebraska-Lincoln, US

8. Robert karplus

9. JUMPING TOYS: A TOPIC FOR INTERPLAY BETWEEN THEORY AND EXPERIMENTS
Christian Ucke, Physics Department E 20, Technical University Munich, 85747 Munich, Germany

10. REAL-TIME APPROACHES IN THE DEVELOPMENT OF FORMAL THINKING IN PHYSICS Elena Sassi, Dipartimento Scienze Fisiche, Università "Federico II" Napoli, Italy

11. DIFFERENCES BETWEEN THE USE OF MATHEMATICAL ENTITIES IN MATHEMATICS AND PHYSICS AND THE CONSEQUENCES FOR AN INTEGRATED MATH AND SCIENCE LEARNING ENVIRONMENT
Ton Ellermeijer and Andre Heck, AMSTEL Institute, University of Amsterdam, (ellermei@science. uva. nl)

12. AN EPISTEMOLOGICAL FRAMEWORK FOR LABORATORY WORK
Matilde Vicentini Dept. of Physics-Univ. "La Sapienza"-Rome, Italy

13. IS FORMAL THINKING HELPFUL IN EVERYDAY SITUATIONS?
Seta Oblak, Ljubljana, Slovenia

14. THE FORMAL REASONING OF QUANTUM MECHANICS: CAN WE MAKE IT CONCRETE? SHOULD WE?
Dean Zollmann, Kansas State University, US

15. INTERPLAY OF THEORY AND EXPERIMENT
Anna De Ambrosis, Physics Department, University of Pavia, Italy,
Giuseppina Rinaudo, Department of Experimental Physics, University of Torino, Italy

16. LEARNING PHYSICS VIA MODEL CONSTRUCTION
R.M. Sperandeo- Mineo Department of Physical and Astronomical Sciences, Universitá di palermo, Italy

17. Deductive reasoning
18. Empirical laws and explanatory models
19. Modelling and Pedagogical tools

20. MODELLING FOR YOUNGER LEARNERS
Ian Lawrence, School of Education, The University of Birmingham, UK

21. TOYS FOR LEARNING PHYSICS
Christian Ucke, Germany

22. EARLY START IN PHYSICS' UNDERSTANDING: WHY, WHEN, HOW A TWO-SESSIONS WORKSHOP ABOUT EARLY UNDERSTANDING OF PHYSICAL WAYS-TO-LOOK-AT WORLD'S PHENOMENA AND INTERPRETATIONS
Paolo Guidoni Dipartmento di Scienze Fisiche, Università di Napoli Federico II
(P. guidoni @ quipo. it, guidoni @ na. infn. it)

23. NEW TECHNOLOGY AND COMPUTERS IN PHYSICS LEARNING
Laurence Rogers, School of education, University of Leicester, UK
New technology and computers in physics learning

24. TEXTBOOKS AS AN IMAGE OF PHILOSOPHY OF TEACHING
Zofia Golab- Meyer, Institute of physics Department, Jagellonian University

25. Millenia