بررسی تأثیر آزمایش‌های عملی ساده بر درک مفهومی و انگیزه یادگیری دانش آموزان ابتدایی در درس علوم تجربی

مهرنوش آذربرزین

mehrnooshazr @yahoo.com

چکیده

این مطالعه پژوهش عملی به بررسی تأثیر آزمایش‌های ساده و عملی در خانه بر درک مفهومی و انگیزه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی برای یادگیری علم می‌پردازد. این پژوهش با هدف حل مشکل رایج یادگیری حقایق علمی انتزاعی بدون درک واقعی آن‌ها، تعدادی آزمایش ساده را با استفاده از وسایل روزمره انجام داد.برای جمع‌آوری داده‌ها از رویکرد ترکیبی (mixed-methods) استفاده شد که شامل بازخورد والدین، مشاهدات معلم، مصاحبه با دانش‌آموزان و ارزیابی‌های قبل و بعد از مداخله بود. نتایج، علاوه بر افزایش قابل اندازه‌گیری در نمرات آزمون، افزایش چشمگیری در مشارکت دانش‌آموزان، انگیزه درونی و کاربرد مفاهیم علمی در بستر واقعی را نشان داد.این مطالعه نشان می‌دهد که چگونه تکنیک‌های یادگیری تجربی، علم را از یک موضوع منفعل به یک فرآیند قابل کشف تبدیل کرده و در نتیجه درک عمیق‌تر و ساخت‌گرایانه از موضوع را تقویت می‌کند. این پژوهش با اذعان به چالش‌هایی مانند نابرابری در آمادگی دانش‌آموزان و عدالت در حمایت خانگی، نتیجه می‌گیرد که گنجاندن فعالیت‌های عملی ساده برای معنادارتر، جذاب‌تر و مؤثرتر کردن آموزش علوم ضروری است.

۱.مقدمه

آموزش علم به کودکان خردسال اغلب شبیه به متعادل‌سازی دو جهان است: جهان شگفتی‌ها، جایی که بچه‌ها بی‌وقفه سؤالات «چرا» می‌پرسند، و جهان مدرسه، جایی که درس‌ها می‌توانند به فهرستی از اصطلاحات و نمودارها تبدیل شوند. بخش دشوار ماجرا این است که هر دو لازم هستند، اما وقتی دومی بیش از حد تسلط پیدا کند، جرقه کنجکاوی فروکش می‌کند. قرار است علم زنده و پویا به نظر برسد، نه یک صفحه دیگر از قوانین که باید حفظ شوند. این تنش دلیلی است که چرا بسیاری از معلمان به دنبال راه‌هایی برای این هستند که علم در پایه‌های اولیه کمتر شبیه یک آزمون و بیشتر شبیه یک اکتشاف باشد.

۱.۱چالش‌های درک علم از طریق

پیدا کردن علم در سال‌های اولیه تحصیل، بیشتر از آنکه به حفظ کردن فهرستی از حقایق مربوط باشد، به شکل‌دهی عادت‌های کنجکاوی و مشاهده برمی‌گردد. وقتی یک کودک متوجه می‌شود که سایه‌اش با حرکت خورشید تغییر شکل می‌دهد، یا اینکه دو دانه متفاوت با سرعت‌های مختلف جوانه می‌زنند، او تنها در حال جمع‌آوری اطلاعات بی‌اهمیت نیست بلکه در حال آغاز استدلال کردن است. این کشف‌های کوچک و تقریباً عادی، شکل می‌دهند که چگونه کودکان به تفکر خودشان اعتماد کنند. آن‌ها می‌آموزند که پرسش‌ها ارزش مطرح شدن دارند و پاسخ‌ها گاهی اوقات در ساده‌ترین مکان‌ها یافت می‌شوند. حتی اگر تعداد کمی از آن‌ها در آینده در آزمایشگاه‌ها مشغول به کار شوند، همه آن‌ها از توانایی نگاه کردن به جهان با چشمی تیزبین‌تر و پرسشگرتر بهره‌مند خواهند شد. به این معنا، علم تنها آماده‌سازی برای تحصیلات آینده نیست، بلکه راهی برای کمک به کودکان در درک زندگی روزمره خودشان نیز هست.

۱.۲عنوان: چالش‌های درک علم از طریق روش‌های سنتی

البته، روش‌های سنتی سخنرانی، کپی کردن تعاریف، و تمرینات با برگه‌های کاری کاملاً بی‌فایده نیستند.آن‌ها نظم ایجاد می‌کنند و به ایده‌ها نام می‌بخشند. اما برای بسیاری از بچه‌ها، این رویکرد به سرعت کسل‌کننده می‌شود. به یک کلاس درس فکر کنید که در آن کلمه «فتوسنتز» با نوشتن آن روی تخته و درخواست از دانش‌آموزان برای کپی کردن آن معرفی می‌شود. شاید برخی از کودکان آن را برای امتحان حفظ کنند، اما چند نفر واقعاً معنی آن را درک خواهند کرد؟این وضعیت را با دانش‌آموزی مقایسه کنید که دو دانه لوبیا می‌کارد، یکی در آفتاب و دیگری در تاریکی، و هر روز صبح آن‌ها را چک می‌کند. در این حالت، تعریف فتوسنتززنده می‌شود. مشکل روش‌های کاملاً سنتی این نیست که اشتباه هستند، بلکه این است که ناقص عمل می‌کنند. آن‌ها بدون نشان دادن توضیح می‌دهند، و یادگیرندگان جوان که ذاتاً بی‌قرار و کنجکاو هستند، اغلب علاقه خود را از دست می‌دهند.

۱.۳ نقش آزمایش‌های عملی در درک مفهومی

آزمایش‌های عملی یکی از جنبه‌های اساسی یادگیری در آموزش علوم ابتدایی هستند. این فعالیت‌ها تجربیات حسی دانش‌آموزان را افزایش می‌دهند و به آن‌ها اجازه می‌دهند تا به شیوه‌ای ملموس با مفاهیم علمی درگیر شوند. وقتی یادگیرندگان جوان در آزمایش‌ها شرکت می‌کنند، فقط دریافت‌کنندگان منفعل اطلاعات نیستند؛ بلکه به طور فعال اصول را از طریق تعامل مستقیم با مواد کشف و

بررسی می‌کنند. این رویکرد عملی، یادگیری مبتنی بر پرسشگری را تقویت می‌کند، جایی که دانش‌آموزان سؤال می‌پرسند، پیش‌بینی می‌کنند و ایده‌های خود را آزمایش می‌کنند، که این امر به درک عمیق‌تر موضوع منجر می‌شود.(Papalazarou et al., ۲۰۲۳)

ارتباط با دنیای واقعی و افزایش انگیزه

علاوه بر این، آزمایش‌های عملی به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا مفاهیم علمی انتزاعی را به موقعیت‌های دنیای واقعی پیوند دهند. به عنوان مثال، وقتی دانش‌آموزان مدارهای ساده می‌سازند یا مواد را برای مشاهده واکنش‌های شیمیایی با هم مخلوط می‌کنند، می‌توانند به صورت دست اول ببینند که چگونه این اصول در زندگی روزمره کاربرد دارند. این ارتباط، درک مفهومی آن‌ها را افزایش می‌دهد و یادگیری را ملموس‌تر و معنادارتر می‌کند. با درگیر شدن در این فعالیت‌ها، دانش‌آموزان احتمالا حس موفقیت و کنجکاوی را تجربه می‌کنند که می‌تواند انگیزه آن‌ها را برای یادگیری بیشتر درباره علم تقویت کند.تمایل به کشف و درک دنیای اطراف، اغلب توسط این تجربیات تعاملی برانگیخته می‌شود. این انگیزه می‌تواند به طور قابل توجهی بر تمایل آن‌ها به شرکت در فعالیت‌های علمی آینده تأثیر بگذارد. آزمایش‌های جذاب و لذت‌بخش نه تنها درک را افزایش می‌دهند، بلکه دانش‌آموزان را به پذیرش فرصت‌های یادگیری تشویق می‌کنند و زمینه را برای کاوش بیشتر در جنبه‌های انگیزشی فعالیت‌های علمی جذاب فراهم می‌سازند (Papalazarou et al., ۲۰۲۳).

۲. بیان مسئله

۲.۱دشواری یادگیری مفاهیم انتزاعی علم

بسیاری از ایده‌های علمی که در مدارس ابتدایی تدریس می‌شوند، برای کودکانی که هنوز با مفاهیم بسیار عینی و ملموس فکر می‌کنند، به طرز شگفت‌آوری انتزاعی هستند. از یک کودک خواستن که تبخیر را با کپی کردن یک تعریف از روی تخته درک کند، کمی شبیه این است که از او بخواهید باد را بدون اینکه هرگز از خانه بیرون رفته باشد، تصور کند. کلمات به تنهایی از ذهن آن‌ها عبور می‌کنند. بدون یک شیء ملموس برای لنگر انداختن این مفاهیم مانند تماشای آب که به آرامی از یک لیوان رها شده در آفتاب ناپدید می‌شود دانش‌آموزان اغلب برای رسیدن به درک واقعی تلاش می‌کنند. شکاف بین ایده انتزاعی و تجربه زیسته کودک می‌تواند باعث شود که درس بی‌معنی و توخالی به نظر برسد.

۲.۲ جنبه‌های انگیزشی فعالیت‌های علمی جذاب

کنجکاوی و شگفتی نسبت به دنیای طبیعی، اصلی‌ترین تأثیر فعالیت‌های علمی جذاب بر انگیزه دانش‌آموزان است. وقتی دانش‌آموزان در آزمایش‌های عملی شرکت می‌کنند، به پرسیدن سؤال، تحقیق در مورد علایق خود و جستجوی فعالانه پاسخ‌ها تشویق می‌شوند. این فرآیند کنجکاوی ذاتی آن‌ها را برمی‌انگیزد و به آن‌ها انگیزه می‌دهد تا بیشتر به تحقیق بپردازند و ایده‌های جدیدی را به تنهایی پیدا کنند. معلمان می‌توانند با تشویق این کنجکاوی، یک محیط یادگیری محرک ایجاد کنند که عشق به علم را تا پایان عمر پرورش می‌دهد.

همکاری و خودکارآمدی

همکاری با همسالان در طول فعالیت‌های علمی نیز انگیزه را تقویت می‌کند. دانش‌آموزانی که با هم همکاری می‌کنند، با تبادل نظر، به چالش کشیدن دیدگاه‌های یکدیگر و جشن گرفتن موفقیت‌های خود، یک جامعه یادگیری حمایتی ایجاد می‌کنند. این محیط مشارکتی، علاوه بر اینکه علم را سرگرم‌کننده‌تر می‌کند، عزت نفس دانش‌آموزان را نیز بالا می‌برد. دانش‌آموزان با مطالعه در کنار یکدیگر، حس تعلق به یک جامعه را به دست می‌آورند که خودکارآمدی آن‌ها یعنی اعتقاد به توانایی‌هایشان را افزایش می‌دهد.علاوه بر این، مشارکت موفق در اکتشافات علمی، خودکارآمدی دانش‌آموزان را تقویت می‌کند. هنگامی که آن‌ها نتایج آزمایش‌های خود را مشاهده و مفاهیم زیربنایی آن‌ها را درک می‌کنند، به توانایی‌های خود اطمینان پیدا می‌کنند. این اعتماد به نفس می‌تواند به یک حلقه بازخورد مثبت منجر شود، زیرا افزایش خودکارآمدی به آن‌ها انگیزه می‌دهد تا با مسائل علمی چالش‌برانگیزتر مقابله کنند (Csizér and Albert, ۲۰۲۴).برای تضمین اینکه دانش‌آموزان درک کاملی از اصول علمی کسب کنند، باید بین اکتشاف و یادگیری ساختاریافته تعادل برقرار شود (Csizér and Albert, ۲۰۲۴).

۲.۳تعادل میان شگفتی و یادگیری ساختاریافته

برای حمایت از موفقیت دانش‌آموزان، مربیان علوم باید تعادل درستی بین **تقویت حس شگفتی و ارائه یادگیری ساختاریافته** برقرار کنند. در حالی که فعالیت‌های اکتشافی کنجکاوی دانش‌آموزان را برمی‌انگیزد، درس‌های ساختاریافته چارچوب لازم برای درک کامل مفاهیم علمی را فراهم می‌کنند. ترکیب این دو روش به یک محیط یادگیری جامع‌تر منجر می‌شود که در آن دانش‌آموزان می‌توانند آزادانه آزمایش کنند و در عین حال راهنمایی‌های عمیقی دریافت نمایند.

ارتباط نظریه و عمل

درس‌های ساختاریافته باید ایده‌ها و تکنیک‌های کلیدی را برای تضمین درک اصول اساسی توسط دانش‌آموزان مشخص کنند. دانش‌آموزان می‌توانند آموخته‌های خود را از طریق آزمایش‌های عملی که مکمل این درس‌ها هستند، به کار گیرند. برای مثال، پس از یادگیری اصول فیزیک، دانش‌آموزان می‌توانند آزمایش‌های ساده‌ای را برای مشاهده نحوه عملکرد این ایده‌ها انجام دهند. آن‌ها با این ترکیب می‌توانند **نظریه و عمل** را به هم پیوند دهند و درک خود را از طریق کاربردهای عملی تقویت کنند.

ایجاد محیط حمایتی

ایجاد یک **فضای حمایتی** نیز حیاتی است. زمانی که دانش‌آموزان احساس راحتی کنند تا کنجکاوی خود را بیان کرده و سؤال بپرسند، احتمال بیشتری دارد که در فعالیت‌های ساختاریافته و اکتشافی مشارکت نمایند. مربیان می‌توانند با ترویج **کار تیمی و گفت‌وگوهای صریح**، فضایی ایجاد کنند که به دانش‌آموزان در مسیر آموزشی خود اعتماد به نفس بیشتری ببخشد (Degorio et al., ۲۰۲۳).به طور کلی، چالش‌هایی که دانش‌آموزان در کلاس‌های علوم با آن روبرو هستند چندوجهی بوده و می‌توانند تحت تأثیر عوامل خارجی مانند محیط کلاس و نگرش معلمان قرار گیرند (Degorio et al., ۲۰۲۳). در نتیجه، آموزش علوم با **تعامل فعالیت‌های اکتشافی و یادگیری ساختاریافته** بهبود می‌یابد. با ترکیب این دو، معلمان می‌توانند محیطی در کلاس درس ایجاد کنند که نه تنها کنجکاوی ذاتی دانش‌آموزان را تغذیه می‌کند، بلکه ابزارهای لازم برای موفقیت را نیز به آن‌ها می‌دهد. در نهایت، این استراتژی متعادل یک تجربه آموزشی جذاب‌تر و موفق‌تر در علم ایجاد می‌کند و علاقه‌ای مادام‌العمر به این موضوع را تشویق می‌نماید.

۲.۴ضرورت رویکردهای عملی در آموزش علوم

وقتی علم فقط از طریق کلمات روی یک صفحه تدریس می‌شود، این خطر وجود دارد که تقریباً به همان سرعتی که وارد ذهن کودکان می‌شود، از آن خارج شود. آن‌ها به کاری با آن ایده نیاز دارند، به راهی برای آزمایش آن با دستان خود. حتی ساده‌ترین راه‌اندازی یک کاسه آب و چند شیء روزمره می‌تواند به یک آزمایش تبدیل شود که آن‌ها را به نشستن و توجه کردن وادار کند. سکه‌ها مستقیماً به کف ظرف می‌افتند، در حالی که یک بلوک چوبی روی سطح شناور می‌ماند، و ناگهان کلاس پر از حدس و گمان، بحث و خنده می‌شود. این‌ها لحظات کوچکی هستند، اما وزنی بیشتر از ده‌ها تعریف کپی‌شده دارند.البته، هر مفهوم علمی را نمی‌توان در یک آزمایش کوچک و دقیق جای داد، و گاهی اوقات همه چیز آن‌طور که باید کار نمی‌کند. یک پل ساخته شده از نی‌های کاغذی قبل از موعد فرو می‌ریزد، یا رنگ خوراکی از پخش شدن خودداری می‌کند. اما شاید این بخشی از نکته اصلی باشد. اشتباهات، نتایج غیرمنتظره، و آشفتگی روی میز همه این‌ها اثری قوی‌تر از یک سخنرانی دیگر بر جای می‌گذارند.یادگیری عملی فقط یک مکمل نیست؛ بلکه چیزی است که علم را زنده نگه می‌دارد، چیزی که باید در مورد آن فکر کرد و معماهای آن را حل کرد، نه اینکه به طور منفعلانه دریافت شود.

۳. اهداف پژوهش

هدف اصلی:این مطالعه با هدف ارتقای درک دانش‌آموزان از مفاهیم علمی بنیادین، از طریق استفاده از آزمایش‌های ساده و قابل اجرا در خانه طراحی شده است. هدف محوری، فراتر رفتن از حفظ کردن طوطی‌وار و پرورش درکی واقعی‌تر و ماندگار از نحوه عملکرد علم در دنیای روزمره است.

۳.۱اهداف اختصاصی

افزایش علاقه و انگیزه درونی دانش‌آموزان به یادگیری علم

تقویت مهارت‌های علمی دانش‌آموزان در مشاهده، استدلال و نتیجه‌گیری مبتنی بر شواهد

ترویج مشارکت مؤثر خانواده‌ها در فرآیند یادگیری، به منظور ایجاد ارتباطی معنادار بین کلاس درس و محیط خانه.

۳.۲اهداف پژوهش

هدف کلی

هدف اصلی این پروژه فقط کسب نمرات بهتر در امتحانات نیست، بلکه تلاش برای تغییر احساس واقعی کودکان نسبت به علم است. ما در حال بررسی این موضوع هستیم که آیا یک رویکرد ساده، مانند استفاده از آزمایش‌های خانگی، می‌تواند مفاهیم انتزاعی کتاب درسی را به شکلی ماندگارتر در ذهن کودکان جای دهد. هدف این است که از حفظ کردن تعاریف برای یک آزمون فراتر برویم و به سمت درکی واقعی و پایدار از چگونگی عملکرد علم در دنیای اطرافشان حرکت کنیم؛ از اینکه چرا نان ور می‌آید تا چگونه یک رنگین‌کمان تشکیل می‌شود.

هدف اختصاصی ۱: افزایش مشارکت و انگیزه دانش‌آموزان

بیایید صادق باشیم، بسیاری از دانش‌آموزان علم را تنها درسی پر از حقایق می‌بینند که باید حفظ شوند. من امیدوارم این دیدگاه را به چالش بکشم. با استفاده از آزمایش‌هایی که واقعاً جذاب هستند مانند فهمیدن اینکه چرا جوش شیرین و سرکه اینقدر شدید واکنش نشان می‌دهند یا آزمایش اینکه کدام مواد بهترین عایق هستندهدف این است که جرقه‌ای از کنجکاوی طبیعی را شعله‌ور کنیم. اگر بتوانیم دیدگاه آن‌ها را تغییر دهیم تا علم بیشتر شبیه یک کار کارآگاهی و کمتر شبیه یک سخنرانی به نظر برسد، شاید انگیزه درونی برای یادگیری نیز به دنبال آن بیاید. شاید کمی خوش‌بینانه باشد، اما این شرطی است که ما بسته‌ایم.

هدف اختصاصی ۲: تقویت مهارت‌های بنیادی علمی

این هدف کمی عمیق‌تر از ایجاد هیجان صرف است. این هدف در مورد ساختن عادت‌های ذهنی است. به جای اینکه فقط به دانش‌آموز گفته شود که گیاهان برای رشد به نور نیاز دارند، آن‌ها آزمایش کوچک خود را با یک گیاه در کمد و دیگری در کنار پنجره ترتیب می‌دهند، هر روز آن‌ها را بررسی می‌کنند و تفاوت‌ها را یادداشت می‌کنند. این فرآیند مشاهده دقیق، درک آنچه می‌بینند، و سپس کلنجار رفتن با معنی همه آن جایی است که استدلال علمی واقعی آغاز می‌شود. این فرآیند پر از بی‌نظمی است و همیشه نتایج بی‌نقصی به دست نمی‌دهد، اما نکته اصلی دقیقاً همین است.

هدف اختصاصی ۳: تقویت مشارکت خانواده در یادگیری

شاید این بلندپروازانه‌ترین هدف باشد و اعتراف می‌کنم که کمی غیرمنتظره است. ایده این است که وقتی یک کودک برای یک بعدازظهر آشپزخانه را به یک آزمایشگاه کوچک تبدیل می‌کند، تقریباً اجتناب‌ناپذیر است که یک والد یا خواهر و برادر نیز به ماجرا کشیده شوند، حتی اگر فقط برای پرسیدن اینکه این همه هیاهو برای چیست. این لحظه از کنجکاوی مشترک می‌تواند پلی بین کلاس درس و خانه ایجاد کند و یادگیری را به یک تلاش مشارکتی به جای یک وظیفه انفرادی تبدیل کند. هدف این نیست که به والدین تکلیف بدهیم، بلکه ایجاد فرصت‌های طبیعی برای خانواده‌هاست تا ببینند فرزندانشان چه چیزی یاد می‌گیرند و شاید حتی خودشان نیز در این مسیر کمی چیز یاد بگیرند.

۴. پیشینه نظری و ادبیات

۴.۱معرفی یادگیری اکتشافی و ساخت‌گرایی

تمام فرضیه این پروژه واقعاً بر روی چند ایده بزرگ از نظریه یادگیری، یعنی یادگیری اکتشافی و ساخت‌گرایی، استوار است. ایده اصلی که توسط افرادی مانند برونر ترویج شده است این است که دانش‌آموزان نباید فقط دریافت‌کننده‌های منفعل اطلاعات باشند. در عوض، زمانی که به آن‌ها راهنمایی می‌شود تا اصول را خودشان کشف کنند، یادگیری عمیق‌تری خواهند داشت.این ایده به طور طبیعی با دیدگاه ساخت‌گرایانه جفت می‌شود که پیشنهاد می‌دهد دانش به سادگی منتقل نمی‌شود، بلکه به طور فعال در ذهن یادگیرنده ساخته می‌شود. این بدان معنا نیست که آموزش مستقیم جایگاهی ندارد قطعاً دارد اما استدلال قوی‌ای وجود دارد که برای یک موضوع مبتنی بر پژوهش مانند علم، شنیدن یک پاسخ اغلب بسیار کم‌تأثیرتر از فرآیند نامنظم و گاهی خسته‌کننده کشف

کردن آن است. شما می‌توانید صد بار چگالی را توضیح دهید، اما شاید تا زمانی که یک کودک تلاش نکند بفهمد چرا یک قوطی نوشابه غرق می‌شود و یک قوطی نوشابه رژیمی روی آب می‌ماند، این مفهوم در ذهنش جا نیفتد.

۴.۲مروری بر ادبیات پژوهش

بر اساس تحقیقات پیشین، فعالیت‌های عملی در کلاس‌های علوم به طور مستقیم بر درک مفهومی و انگیزه دانش‌آموزان برای یادگیری تأثیر می‌گذارند. به عنوان مثال، آبراهامز (Abrahams, ۲۰۰۹) نشان داد که کار عملی صرفاً یک فعالیت فوق برنامه نیست، بلکه تأثیری عاطفی و انگیزشی قابل توجهی بر علاقه دانش‌آموزان به علم دارد. به همین ترتیب، آبراهامز و ریس (Abrahams and Reiss, ۲۰۱۲) تأیید کردند که این نوع فعالیت‌ها یادگیری مفهومی را بهبود بخشیده و اثربخشی آموزش علوم را هم در مدارس ابتدایی و هم در مدارس متوسطه افزایش می‌دهند.تحقیقات جدیدتر نیز نشان می‌دهند که آزمایش‌های عملی در محیط‌های یادگیری مبتنی بر پرسشگری، مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مسئله را تقویت می‌کنند (Kaya and Ercag, ۲۰۲۳). به طور مشابه، پاپالازارو و همکاران (Papalazarou et al., ۲۰۲۳) دریافتند که آزمایش‌های واقعی و مجازی، نگرش و انگیزه دانش‌آموزان نسبت به یادگیری علوم را بهبود می‌بخشند.تمرینات عملی علاوه بر درک مفهومی، **انگیزه درونی** را نیز افزایش می‌دهند. بر اساس یک مطالعه اخیر که در کلاس‌های فیزیک انجام شد، مشارکت دانش‌آموزان در کارهای عملی پیش‌بینی‌کننده قوی برای انگیزه درونی آن‌هاست (Çakóvský et al., ۲۰۲۳). این نتایج با تحقیقات فعلی همسو است که نشان می‌دهد دانش‌آموزانی که در آزمایش‌های ساده و عملی شرکت می‌کنند، سطوح بالاتری از علاقه و اشتیاق را از خود نشان می‌دهند.

۴.۳نقش یادگیری تجربی در تثبیت درک مفاهیم

اینجاست که ایده اصلی به معنای واقعی کلمه مورد آزمایش قرار می‌گیرد، اینطور نیست؟ برای روشن شدن موضوع، من صرفاً بحث نمی‌کنم که انجام کار عملی یادگیری را لذت‌بخش‌تر می‌کند اگرچه هر کسی که دیده باشد چهره یک کودک در طول یک آزمایش خوب روشن می‌شود، می‌داند که این بخش بزرگی از ماجراست. به نظر من، ارزش عمیق‌تر در این است که چگونه عمل فیزیکی انجام یک کار بازخورد لمسی، نتایج غیرمنتظره درک را به شکلی در حافظه حک می‌کند که گوش دادن منفعلانه هرگز نمی‌تواند.یک مثال کلاسیک را در نظر بگیرید: دانش‌آموزی که تلاش می‌کند با نی یک پل بسازد. وقتی پل زیر وزن چند سکه خم می‌شود، مفاهیم توزیع نیرو و یکپارچگی ساختاری دیگر اصطلاحات انتزاعی در یک کتاب درسی نیستند.آن‌ها به یک درس شخصی و تقریباً درونی تبدیل می‌شوند. آن لحظه «شکست» یک پایان نیست؛ بلکه آغاز یک پرسش‌گری واقعی است: «چرا فرو ریخت؟ اگر این قسمت را تقویت کنم چه می‌شود؟» این چرخه عمل، تفکر و تنظیم، جایی است که معجزه رخ می‌دهد. این فرآیند یک مفهوم نظری را به یک ابزار قابل استفاده و درونی‌شده تبدیل می‌کند.حالا، آیا این کارآمدترین راه برای گذراندن سریع یک برنامه درسی پربار است؟ احتمالاً نه. شما می‌توانید با سخنرانی و برگه‌های کاری، سرفصل‌های بیشتری را سریع‌تر پوشش دهید. اما سپس باید از خود بپرسید: هدف واقعی چیست؟ اگر فقط حفظ کردن اطلاعات برای یک آزمون به صورت گذرا باشد، پس کارآمدی برنده است. اما اگر هدف ما درک عمیق‌تر و کاربردی‌تر باشد نوعی از درک که ماندگار است و بر نحوه تفکر یک فرد تأثیر می‌گذارد آن وقت سرمایه‌گذاری زمان در این درس‌های نامنظم و تجربی، فقط یک گزینه خوب نیست. بلکه کاملاً ضروری است. این تفاوت اساسی بین توانایی تعریف «شناوری» و دانستن غریزی این است که چرا یک سنگ غرق می‌شود در حالی که یک برگ روی آب می‌ماند.

۵.روش‌شناسی پژوهش (پژوهش عملی)

۵.۱رویکرد پژوهش

برای این پروژه، من پژوهش عملی را به عنوان چارچوب راهنمای خود انتخاب کرده‌ام نه به این دلیل که این روزها یک اصطلاح مد روز در محافل آموزشی است، بلکه به این خاطر که احساس می‌کنم صادقانه‌ترین راه برای پاسخ دادن به یک سؤالی است که عمیقاً در پویایی‌های واقعی کلاس درس ریشه دارد.برخلاف مطالعات سنتی و بی‌طرفانه‌تر، پژوهش عملی وانمود نمی‌کند که به معنای بزرگ کلمه، عینی یا قابل تعمیم است. این روش تکرارپذیر، زمینه‌محور و بی‌پرده شخصی است. شما چیزی را امتحان می‌کنید، می‌بینید چه اتفاقی می‌افتد، در مورد آن فکر می‌کنید و تغییرات لازم را اعمال می‌کنید. این اساساً همان تدریس است، اما با ساختار کمی بیشتر و یادداشت‌برداری بسیار بیشتر.البته محدودیت‌هایی هم وجود دارد یافته‌ها به شدت به زمینه خاص من وابسته هستند و نمی‌توانم ادعا کنم که در هر جایی کارآمد خواهند بود. اما همین موضوع نیز به آن معنا می‌بخشد. هدف اثبات یک نظریه نیست، بلکه بهبود عمل است.

۵.۲روش‌های جمع‌آوری داده‌ها

من اطلاعات را از چند زاویه مختلف گردآوری خواهم کرد، چون صادقانه بگویم، هیچ روشی به تنهایی کل ماجرا را روایت نمی‌کند. هم ارزیابی‌های پیش از برنامه و پس از آن وجود خواهد داشت تا به طور تقریبی رشد مفهومی را بسنجیم، اما نباید فقط به نمرات آزمون اعتماد کنیم. بچه‌ها می‌توانند حدس بزنند یا حفظ کنند.بنابراین، از مصاحبه‌های کوتاه و نیمه‌ساختاریافته نیز استفاده خواهم کرد در واقع، گپ‌وگفت‌های سریع تا از زبان خودشان بشنوم که چه چیزی در ذهنشان مانده و چه چیزی گیج‌کننده بوده است. به ویژه مشتاقم که حتی به صورت کوتاه از والدین بشنوم. آیا آزمایش باعث گفتگو سر میز شام شده است؟ آیا فرزندشان خواست آن را دوباره امتحان کند؟ والبته، یک ژورنال پژوهشگر خواهم داشت. هر روز چیزهایی را که می‌بینم یادداشت می‌کنم: چه کسی علاقه‌مند شده، چه کسی حواسش پرت بوده، چه چیزی کاملاً شکست خورده و چه چیزی به طور غیرمنتظره‌ای جواب داده است. این روش آشفته، مبتنی بر حکایت‌ها و بسیار ذهنی است. اما معمولاً مفیدترین حقایق در همین‌جا پنهان می‌شوند.

۵.۳مراحل چرخه پژوهش عملی

شناسایی مشکل

همه چیز با یک حس آزاردهنده شروع شد که نمی‌توانستم آن را نادیده بگیرم با وجود تمام تلاش‌هایم در تدریس، دانش‌آموزانم می‌توانستند «فتوسنتز» را تعریف کنند اما نمی‌توانستند توضیح دهند که چرا گیاه روی طاقچه سالم‌تر از گیاه داخل کمد به نظر می‌رسد. آن‌ها اطلاعات داشتند، اما درک نداشتند. این گسستگی، این شکاف بین حفظ کردن اصطلاحات و درک واقعی مفاهیم، به کانون توجه من تبدیل شد.فکر می‌کنم این یک مشکل به اندازه کافی رایج است، اما چیزی که آن را فوری کرد، مشاهده افت مشارکت آن‌ها هر بار بود که از فعالیت‌های عملی به سمت کتاب درسی باز می‌گشتیم. آن‌ها در برابر یادگیری مقاومت نمی‌کردند؛ آن‌ها در برابر یادگیری‌ای مقاومت می‌کردند که از واقعیت جدا به نظر می‌رسید.

۵.۴طراحی مداخله

راستش، این بخشی بود که هم هیجان‌انگیز و هم دلهره‌آور به نظر می‌رسید. می‌دانستم که می‌خواهم این فعالیت‌ها واقعاً در دسترس باشنداز آن کارهایی که یک کودک می‌تواند با وسایل داخل کابینت آشپزخانه انجام دهد، نه با یک کیت آزمایشگاهی فانتزی. داریم درباره استفاده از یک لیوان آب و یک مداد برای آموزش شکست نور، یا فهمیدن عایق‌بندی با مشاهده اینکه یک قالب یخ چقدر در یک جوراب در مقایسه با فویل آلومینیومی دوام می‌آورد، صحبت می‌کنیم.اما ترفند اصلی این بود که مطمئن شوم بخش «سرگرمی» فقط یک حقه نباشد. زمان زیادی را در اتاق نشیمن راه می‌رفتم، این ایده‌ها را خودم آزمایش می‌کردم، و سعی می‌کردم پیش‌بینی کنم که یک دانش‌آموز کجا ممکن است گیر کند یا، حتی بهتر، چه چیزی ممکن است او را غافلگیر کند. می‌خواستم لحظات کوچکی از پرسش‌گری طبیعی ایجاد کنم جایی که نتیجه آنقدر واضح نباشد که بی‌فایده به نظر برسد، اما آنقدر هم مبهم نباشد که فقط باعث ناامیدی شود. این کار کمتر شبیه پیروی از یک پروتکل پژوهشی و بیشتر شبیه طراحی مجموعه‌ای از دعوت‌های کوچک و امیدوارکننده به سوی شگفتی بود.

۵.۵اجرای مداخله

اینجا بود که کارها جذاب و البته کمی آشفته شد. ما آزمایش‌ها را هم در کلاس و هم در خانه انجام دادیم. در کلاس، من می‌توانستم آن‌ها را راهنمایی کنم، اما در خانه، آن‌ها باید خودشان کار را پیش می‌بردند (البته گاهی با کمک والدین).یادم می‌آید یکی از بچه‌ها با افتخار ویدیویی از آزمایش «شکست‌خورده» پرتاب تخم‌مرغش را به من نشان داد تخم‌مرغ شکست، اما توضیح او درباره اینکه چه اشتباهی رخ داده بود، بینش بیشتری نسبت به هر طراحی چتر نجات بی‌نقصی داشت. هدف دقیقاً همین بود: بگذاریم تلاش کنند، بگذاریم گاهی شکست بخورند، و بگذاریم با کمی راهنمایی و نه دخالت بیش از حد، خودشان مسائل را بفهمند.این فرآیند همیشه هموار نبودبرخی آزمایش‌ها با شکست مواجه شدند، برخی دیگر بیشتر از حد انتظار طول کشیدند اما همین غیرقابل پیش‌بینی بودن، بخشی از روند کار بود.

۵.۶مشاهده و گردآوری داده‌ها

در تمام طول این فرآیند، من به شدت مشغول یادداشت‌برداری بودم. نه فقط درباره اینکه آیا آزمایش‌ها «موفقیت‌آمیز» بودند، بلکه درباره اینکه بچه‌ها چگونه در مورد آن‌ها صحبت می‌کردند. آیا از اصطلاحات درست استفاده می‌کردند؟ آیا کنجکاو به نظر می‌رسیدند یا ناامید؟ من به نتایج آزمون‌های قبل و بعد از برنامه آن‌ها نگاه کردم، اما برخی از مهم‌ترین داده‌ها از مصاحبه‌های کوتاه به دست آمد.یکی از دانش‌آموزان ساکت که به ندرت در بحث‌های کلاس شرکت می‌کرد، با توضیح اینکه چگونه مواد مختلف را برای جلوگیری از آب شدن یک مکعب یخ آزمایش کرده بود، کاملاً هیجان‌زده شد. مادرش حتی یادداشتی فرستاد و گفت که آن‌ها شام را درباره عایق‌بندی صحبت کرده‌اند. این نوع جزئیات کیفی تغییر در نگرش‌ها، لحظات افتخار به همان اندازه هر نمره آزمونی ارزشمند بود.

۵.۷تحلیل و بازنگری

حالا نوبت به بخش آشفته ماجرا می‌رسد: تلاش برای فهمیدن معنای واقعی همه این‌ها. البته نمرات آزمون‌ها کمی بهتر شد، که عالی است، اما آنچه واقعاً در ذهن من ماندگار شده، این نیست. آنچه جالب‌تر است، جزئیات کوچک است: دانش‌آموزی که معمولاً هرگز

در کلاس صحبت نمی‌کرد، با هیجان واقعی در مورد شناوری توضیح می‌داد، یا گروهی که بدون تسلیم شدن، پل خود را سه بار به طور کامل دوباره طراحی کردند.اما همه چیز هموار نبود. برخی از بچه‌ها با این آزادی واقعاً شکوفا شدند می‌توانستید ببینید وقتی مسئولیت را به عهده گرفتند، چگونه هیجان‌زده می‌شدند. با این حال، برخی دیگر بدون راهنمایی بیشتر، تقریباً احساس ناراحتی داشتند؛ آن‌ها گام‌های مشخص‌تر و «پاسخ‌های صحیح» بیشتری می‌خواستند. و سپس بحث آزمایش‌های خانگی پیش آمد. صادقانه بگویم، آن بخش سؤالات دشواری را در مورد عدالت مطرح کرد. همه خانواده‌ها وقت، فضا یا حتی مواد ساده‌ای برای مشارکت به یک شکل نداشتند. آیا این عادلانه بود؟ من هنوز در حال فکر کردن به این موضوع هستم.بنابراین، آیا این پروژه را موفق می‌دانم؟ از برخی جهات، قطعاً. وقتی جواب داد، واقعاً جواب داد بچه‌ها فقط حقایق را تکرار نمی‌کردند؛ آن‌ها مانند دانشمندان کوچک فکر می‌کردند. اما نمی‌توانم این حس را کنار بگذارم که در طول مسیر چند نفر را از دست دادم. نکته در مورد تدریس همین است هرگز واقعاً تمام نمی‌شود. این کار کمتر شبیه یک نتیجه‌گیری و بیشتر شبیه یک آغاز است. من همین حالا هم در حال نوشتن ایده‌هایی برای بهتر انجام دادن آن در دفعه بعد هستم.

۶.یافته‌ها و نتایج

۶.۱درک بهبود یافته از مفاهیم علمی

اگر بخواهم کاملاً صادق باشم، اعداد به دست آمده از آزمون‌ها تنها بخشی از ماجرا آن هم یک بخش کاملاً بی‌روح را روایت می‌کنند. بله، افزایش قابل اندازه‌گیری در نمرات وجود داشت، که دلگرم‌کننده است. اما آنچه به مراتب مهم‌تر بود، تغییری بود که در نوع پاسخ‌های بچه‌ها مشاهده می‌شد. به جای اینکه فقط تعریف «چگالی» را طوطی‌وار تکرار کنند، شروع به توضیح این کردند که چرا قایق گلی آن‌ها، با وجود اینکه گل معمولاً در آب غرق می‌شود، روی سطح باقی می‌ماند، و با دستانشان شکل آن را نشان می‌دادند. می‌توانستید ببینید که آن‌ها مفاهیم را به کار می‌برند، نه اینکه فقط آن‌ها را به خاطر بیاورند.البته این اتفاق برای همه رخ نداد. چند دانش‌آموز همچنان به حفظ کردن متکی بودند و من هنوز در حال فکر کردنم که چگونه بهتر به آن‌ها دسترسی پیدا کنم. اما برای بسیاری، یادگیری به شکلی متفاوت «جا افتاد». این دانش از یادداشت‌های آن‌ها به شیوه تفکرشان منتقل شد.

۶.۲افزایش مشارکت و علاقه دانش‌آموزان

این احتمالاً محسوس‌ترین تغییر بود، و راستش، رضایت‌بخش‌ترین آن‌ها. فضای کلاس به سادگی متفاوت شده بود. سکوت معمول و توأم با تردید پس از پرسیدن یک سؤال، اغلب با بالا رفتن چند دست یا حتی فریاد زدن ایده‌ها توسط بچه‌ها جایگزین می‌شد.آن‌ها شروع به آوردن وسایلی به کلاس کردند سنگی جالب که پیدا کرده بودند، یا سؤالی در مورد اینکه چرا غذای آماده‌شان در مایکروویو به آن شکل بخار می‌کند. حس می‌کردم که ما به آرامی یک در را باز کرده‌ایم و کنجکاوی طبیعی آن‌ها شروع به سرازیر شدن به کلاس درس کرده است. البته باید اشاره کنم که این شور و اشتیاق همیشگی نبود. فراز و نشیب داشت، و اغلب به موضوع یا حتی زمان روز بستگی داشت. اما سطح پایه مشارکت، به طور غیرقابل انکاری بالاتر بود. دیگر حس نمی‌کردم که دارم دندان می‌کشم، بلکه بیشتر شبیه یک گفتگو شده بود.

۷.بحث

درک همه چیز: تلاقی نظریه با واقعیت

با نگاهی به کل این آزمایش، جالب است ببینیم آن ایده‌های بزرگ آموزشی ساخت‌گرایی و یادگیری اکتشافی چگونه در یک کلاس درس واقعی نمود پیدا می‌کنند. در تئوری، همه چیز عالی به نظر می‌رسد: بچه‌ها دانش خود را از طریق تجربه عملی می‌سازند. اما در عمل چطور؟ خب، آشفته‌تر و صادقانه بگویم، ظریف‌تر از چیزی است که کتاب‌های درسی نشان می‌دهند. نتایجی که دیدیم آن لحظات کوچک «آها!»، اعتماد به نفس رو به رشد واقعاً با آنچه متفکرانی مانند برونر و پیاژه دهه‌ها پیش استدلال می‌کردند، همخوانی دارد. دانش فقط جذب نمی‌شود؛ بلکه از طریق عمل و تفکر ساخته می‌شود.با این حال، من همچنین به این درک رسیده‌ام که نظریه همه چیز را پوشش نمی‌دهد. برای مثال، در حالی که یادگیری تجربی به وضوح برای بسیاری از دانش‌آموزان جذاب بود، برای همه به یک اندازه مؤثر نبود. برخی از بچه‌ها همچنان به راهنمایی بیشتر، تکرار بیشتر، یا به سادگی به نوع متفاوتی از حمایت نیاز داشتند. این یک یادآوری خوب است که هیچ رویکرد واحدی مهم نیست چقدر خوب از نظر تئوری پرداخته شده باشد یک راه‌حل جادویی نیست. تدریس همچنان عمیقاً انسانی، غیرقابل پیش‌بینی و وابسته به بستر است.

۷.۱چرا «علمِ روی میز آشپزخانه» اهمیت دارد

در قلب تمام این مباحث، یک ایده بسیار ساده نهفته است: علم نباید دور از دسترس یا انحصاری به نظر برسد. وقتی بچه‌ها در کنار پنجره بذر می‌کارند یا با نی و چسب سازه می‌سازند، تنها در حال یادگیری مفاهیم نیستند آن‌ها می‌آموزند که علم چیزی است که خودشان می‌توانند آن را لمس، شکل‌دهی و پرسش کنند. این کار به کل این موضوع یک حالت رازآمیز و پیچیده می‌دهد.این در دسترس بودن بسیار مهم است. هر مدرسه‌ای آزمایشگاه ندارد؛ هر منطقه‌ای نمی‌تواند تجهیزات گران‌قیمت تهیه کند. اما تقریباً هر کودکی می‌تواند یک شیشه، مقداری آب، کمی نمک و یک ذهن کنجکاو پیدا کند. این فعالیت‌های کم‌خطر و پرمشارکت تنها علم را آموزش نمی‌دهند، بلکه به بچه‌ها می‌آموزند که آن‌ها به دنیای علم تعلق دارند.البته، من نمی‌گویم که آموزش در کلاس درس اهمیت ندارد. هنوز هم جایگاهی برای تدریس مستقیم، توضیحات واضح و تمرین ساختاریافته وجود دارد. اما بدون فرصت برای ور رفتن، شکست خوردن، و دوباره تلاش کردن بدون آن ارتباط شخصی یادگیری اغلب سطحی و موقت باقی می‌ماند. آنچه در این کلاس درس اتفاق افتاد احساس مالکیت و هیجان نشان می‌دهد که آزمایش‌های ساده تنها مکمل نیستند. آن‌ها محوری هستند. آن‌ها ایده‌های انتزاعی را به تجربه زیسته تبدیل می‌کنند. و شاید یادگیری ماندگار، تماماً به همین موضوع مربوط باشد.

نتیجه گیری

اگر بخواهم همه این‌ها را جمع‌بندی کنم، باید بگویم که کل این آزمایش یک ایده ساده اما قدرتمند را تقویت کرد: علم زمانی بیشترین معنا را پیدا می‌کند که احساس شود، نه فقط شنیده شود.این کار به معنای اثبات یک نظریه بزرگ یا متحول کردن ناگهانی روش تدریس نبود. آرام‌تر از این حرف‌ها بود و شاید معنادارتر. این ارزش در لحظاتی بود که سرخوردگی یک کودک به کنجکاوی تبدیل می‌شد، جایی که یک آزمایش شکست‌خورده جرقه‌ی سؤالات بهتری را می‌زد تا یک پاسخ صحیح. ارزش واقعی آن فعالیت‌های ساده و عملی، فقط در آموزش مفاهیمی مانند چگالی یا فتوسنتز نبود؛ بلکه در نشان دادن این بود که دانش‌آموزان خودشان می‌توانند با این مفاهیم درگیر شوند. آن‌ها فقط علم را یاد نمی‌گرفتند، بلکه آن را انجام می‌دادند.البته، چالش‌هایی هم وجود داشت. همه دانش‌آموزان به یک شکل پاسخ ندادند و همه خانواده‌ها نتوانستند به یک اندازه درگیر شوند. این واقعیت آشفته

تدریس است؛ هرگز به اندازه یک برنامه درسی مرتب و تمیز به نظر نمی‌رسد. اما تغییراتی که من دیدم، هرچند کوچک، قابل توجه بودند. کودکانی که زمانی علم را فهرستی از حقایق می‌دیدند، شروع به دیدن آن به عنوان دنیایی از سؤالات کردند که می‌توانستند واقعاً آن را کشف کنند.در نهایت، این همان چیزی است که من با خود به جلو خواهم برد. نه فقط داده‌ها یا نتایج، بلکه یادآوری این نکته که گاهی عمیق‌ترین یادگیری نه از طریق آموزش بی‌نقص، بلکه از طریق ور رفتن جمعی، کنجکاو و ناقص حاصل می‌شود. این روش همیشه به طور منظمی مقیاس‌پذیر نیست و همیشه به طور مرتب در یک برنامه درسی جا نمی‌گیرداما وقتی جواب می‌دهد، ماندگار می‌شود. و صادقانه بگویم؟ به نظر می‌رسد این چیزی است که ارزش ساختن آینده را دارد.

References

Papalazarou, N., Lefkos, I., & Fachantidis, N. (۲۰۲۳). The Effect of Physical and Virtual Inquiry-Based Experiments on Students' Attitudes and Learning. In Journal of Science Education and Technology. Journal of Science Education and Technology

https://doi.org/۱۰.۱۰۰۷/s۱۰۹۵۶-۰۲۳-۱۰۰۸۸-۳

Csizér, K., & Albert, Ágnes. (۲۰۲۴). Gender-Related Differences in the Effects of Motivation, Self-Efficacy, and Emotions on Autonomous Use of Technology in Second Language Learning. In The Asia-Pacific Education Researcher. The Asia-Pacific Education Researcher.
https://doi.org/۱۰.۱۰۰۷/s۴۰۲۹۹-۰۲۳-۰۰۸۰۸-z

Degorio, N. J. D., Diaz, P. A. N. E., Ando, C. V., Diquito, T., & Panerio, C. (۲۰۲۳). Exploring Science Learning Anxiety in the New Normal – An Exploratory Factor Analysis. In American Journal of Human Psychology. American Journal of Human Psychology.
https://doi.org/۱۰.۵۴۵۳۶/ajhp.v۱i۱.۲۱۲۸

Kaya, B., & Ercag, E. (۲۰۲۳). The significance of experiments in inquiry-based science teaching. European Journal of Education and Pedagogy.

https://ej-edu.org/index.php/ejedu/article/view/۸۱۵

Çakóvský, P., Snětinová, M., Chvál, M., Houfková, J., & Koupilová, Z. (۲۰۲۳). Predictors of students' intrinsic motivation during practical work in physics. International Journal of Science Education.

https://doi.org/۱۰.۱۰۸۰/۰۲۶۳۵۱۴۳.۲۰۲۳.

The Effect of Physical and Virtual Inquiry-Based Experiments on Students' Attitudes and Learning. (۲۰۲۳). Journal of Science Education and Technology.
https://link.springer.com/article/۱۰.۱۰۰۷/s۱۰۹۵۶-۰۲۳-۱۰۰۸۸-۳

Abrahams, I. (۲۰۰۹). Does practical work really motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. International Journal of Science Education, ۳۱(۱۴), ۲۳۳۵–۲۳۵۳. https://doi.org/۱۰.۱۰۸۰/۰۹۵۰۰۶۹۰۸۰۲۵۶۷۲۵۹

Abrahams, I., & Reiss, M. J. (۲۰۱۲). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. Journal of Research in Science Teaching, ۴۹(۸), ۱۰۳۵–۱۰۵۵. https://doi.org/۱۰.۱۰۰۲/tea.۲۱۰۱۳

Baptista, M., & Martins, I. (۲۰۲۳). Effect of a STEM approach on students' cognitive structures about electrical circuits. International Journal of STEM Education, ۱۰, ۱۵. https://doi.org/۱۰.۱۱۸۶/s۴۰۵۹۴-۰۲۲-۰۰۳۹۳-۵