



دانشگاه شاهرود
په

روش تدریس علوم تجربی و اجتماعی در مدارس ابتدایی

(رشته علوم تربیتی)

دکتر کریم عزت خواه

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

نه	مقدمه
یازده	راهنمای مطالعه کتاب
سیزده	هدف کلی درس روش تدریس علوم تجربی و اجتماعی

فصل اول - علم تجربی و کودکان

۱	مقدمه
۱	نظرات
۴	۱. نظریات علمی
۴	۱-۱. کنجکاوی کودکان در محیط اطراف
۴	۱-۲. تواضع در علم آموزی
۵	۱-۳. نگرش مثبت نسبت به شکست
۵	۱-۴. چرا دانشمندان بر علیه فکر خویش قیام می کنند؟
۶	۱-۵. واقع گرا بودن در علم آموزی
۷	۲. روش های علمی
۷	۲-۱. روش تحقیق علمی
۸	۲-۲. پرسش درباره سوالات صحیح علمی
۹	۲-۳. پرهیز از پاسخ های غیر علمی
۹	۲-۴. یافتن علت و معلول
۱۰	۲-۵. کاربرد روش علمی
۱۰	۳. نتایج علمی
۱۰	۳-۱. واقعیت علمی
۱۰	۳-۲. اصول علمی
۱۱	۳-۳. نظریه علمی (تئوری علمی)
۱۱	۳-۴. اثر اجتماعی یافته های علمی
۱۲	خلاصه فصل

فصل دوم - نقش یادگیرنده در برنامه های علم آموزی مدارس ابتدایی

۱۵	مقدمه
۱۷	۱. شناخت کودک
۱۸	۱-۱. مرحله رشد حسی - حرکتی
۱۸	۱-۲. مرحله رشد تفکر پیش از عمل

۲۱	۱-۳. مرحله رشد تفکر عملی
۲۵	۱-۴. مرحله رشد تفکر صوری
۲۷	۲. ماهیت مراحل یادگیری علوم از نظر ذهنی
۳۰	۲-۱. تحقیق علمی
۳۱	۲-۲. مشاهدات متناقض
۳۲	۲-۳. جمع‌آوری اطلاعات
۳۳	۲-۴. طبقه‌بندی اطلاعات
۳۵	۲-۵. اکتشافات علمی
۳۶	۲-۶. انجام تحقیق علمی در کلاس درس
۳۷	خلاصه فصل

فصل سوم - نقش معلم در نیل به اهداف علم‌آموزی

۴۲	مقدمه
۴۲	۱. نفوذ آموزش علمی در سایر گروه‌های درسی
۴۲	۲. آموزش علوم تجربی چگونه به برآورد اهداف عمومی مدارس ابتدایی کمک می‌کند؟
۴۳	۳. اهداف تدریس علوم تجربی در مدارس ابتدایی
۴۶	۴. در آموزش علوم تجربی می‌خواهیم چه کنیم؟
۴۷	۵. رشد تفکر انتقادی و کنجکاوی در کودکان
۴۸	۶. توصیف رفتارهای خاص
۴۸	۶-۱. هدف‌های رفتاری چگونه نوشته می‌شوند؟
۴۹	۶-۲. نمونه هدف‌های عمومی
۴۹	۶-۳. نوشتن هدف‌های رفتاری
۵۱	۶-۴. حفظه عمل و اثر کار معلم در نوشتن هدف‌های رفتاری
۵۴	۷. چگونه می‌توان تعلیم علوم تجربی را با سایر موضوعات درسی توأم کرد؟
۵۶	خلاصه فصل

فصل چهارم - کاربرد روش علمی در نیل به اهداف علم‌آموزی

۶۰	مقدمه
۶۰	۱. سؤالات مربوط به معلومات زمینه‌ای در علوم تجربی
۶۲	۲. سؤالات مربوط به یافتن راه‌حل مسئله علمی
۶۶	۲-۱. خصوصیات سؤالات مربوط به مسئله علمی
۶۷	۲-۲. منابع سؤالات و مسائل علمی
۶۹	۲-۳. مطالبی در زمینه مسئله و سؤال
۷۰	۲-۴. تعاریف عملیاتی از مسئله علمی
۷۱	۲-۵. تفکر درباره علت و معلول رویدادها
۷۴	خلاصه فصل

فصل پنجم - کاربرد ریاضیات در آموزش علوم تجربی دبستان (نوآوری در آموزش علوم)

۷۸	مقدمه
۷۹	۱. رشد استعدادهای ذاتی در علوم تجربی
۸۰	۲. اندازه‌گیری
۸۱	۳. ارتباط ریاضیات با علوم تجربی چگونه آشکار می‌گردد؟

۴. ریاضیات، علوم تجربی و حل مسائل ۸۱
۵. مطالعه پیشرفت برنامه‌های علوم تجربی با استفاده از روابط ریاضی ۸۲
۶. مطالبی درباره سیستم متریک که کودکان در زندگی روزمره نیاز دارند ۸۵
۷. چگونه معلمان، علوم ریاضی را در علوم تجربی به کار می‌برند؟ ۸۵
- خلاصه فصل ۸۸

فصل ششم - روش‌های تدریس علوم در دبستان‌ها

- مقدمه ۹۲
۱. یادگیری مفاهیم علمی با استفاده از تجارب مستقیم ۹۳
- ۱-۱. مشاهده ۹۳
- ۱-۱-۱. هدف‌های مشاهده ۹۵
- ۱-۱-۲. انواع مشاهده از نظر محیط کودک ۹۶
- ۱-۱-۳. گردش علمی ۹۷
- ۱-۱-۴. مکان‌های مشاهده ۱۰۱
- ۱-۲. آزمایش ۱۰۶
- ۱-۲-۱. اصول و مواردی که در آزمایش علمی باید مورد توجه قرار گیرد ۱۰۸
۲. یادگیری علوم با استفاده از وسائل آموزشی ۱۱۲
- ۲-۱. تصویر اشیا ۱۱۲
- ۲-۱-۱. چگونه می‌توان عکس و تصویر تهیه کرد؟ ۱۱۴
- ۲-۱-۲. استفاده از تصاویر و اشیا ۱۱۴
- ۲-۲. مدل و نمونه ۱۱۶
- ۲-۳. فیلم و فیلم استریپ ۱۱۷
- ۲-۴. نقاشی کردن ۱۱۹
- ۲-۵. تشکیل جدول‌ها و نمودارها ۱۱۹
۳. یادگیری علوم به وسیله خواندن کتب درسی و سایر مواد خواندنی ۱۲۰
۴. یادگیری علوم با استفاده از گفته‌های معلم یا افراد دیگر و استفاده از تکنولوژی آموزشی ۱۲۲
- ۴-۱. آماده کردن کلاس برای استفاده از برنامه‌ها ۱۲۳
- ۴-۲. راه استفاده از دروس رادیو و تلویزیون ۱۲۴
- خلاصه فصل ۱۲۵

فصل هفتم - نوآوری در روش‌های تدریس علوم

- مقدمه ۱۳۱
۱. تعبیر و تفسیر اطلاعات علمی ۱۳۱
۲. مدل‌سازی ۱۳۵
۳. پیش‌بینی‌های علمی ۱۳۹
- چگونه از تجربه‌های اساسی علمی در مدارس ابتدایی می‌توان استفاده کرد؟ ۱۴۳
۴. روش‌های کار گروهی در تدریس علوم تجربی و اجتماعی ۱۴۵
- ۴-۱. واحد کار ۱۴۵
- ۴-۱-۱. ویژگی‌های واحد کار ۱۴۶
- ۴-۱-۲. برنامه عملیاتی در واحد کار ۱۴۷
- ۴-۱-۳. اجرای واحد کار ۱۴۹
- ۴-۱-۴. تعیین نتیجه و ارزشیابی ۱۵۱

- ۱۵۱ - واحد کار نمونه ۱. چگونه می‌توان اشیا را به حرکت در آورد؟
 ۱۵۴ - واحد کار نمونه ۲. خوراک مردم کشور چگونه تأمین می‌شود؟
 ۱۵۸ خلاصه فصل

فصل هشتم - روش تدریس علوم اجتماعی در مدارس ابتدایی

- ۱۶۴ مقدمه
 ۱۶۵ ۱. موضوع و هدف‌های علوم اجتماعی
 ۱۶۵ ۱-۱. هدف‌های کلی علوم اجتماعی
 ۱۶۶ ۱-۲. هدف‌های تعلیمات اجتماعی در مدارس ابتدایی
 ۱۶۸ ۲. ویژگی‌های علوم اجتماعی
 ۱۷۰ ۳. برنامه‌های تعلیمات اجتماعی در مدارس ابتدایی
 ۱۷۲ ۳-۱. علوم اجتماعی در ارتباط با برنامه‌های دبستان
 ۱۷۳ ۴. مشکلات تدریس مفاهیم زمان و مکان در مدارس ابتدایی
 ۱۷۸ ۵. کاربرد وسایل لازم در تدریس علوم اجتماعی
 ۱۷۸ ۵-۱. میز شن
 ۱۷۸ ۵-۲. دستگاه نمایش منظومه شمسی
 ۱۷۸ ۵-۳. قطب‌نما
 ۱۷۸ ۵-۴. ستاره‌یاب
 ۱۷۸ ۵-۵. کره جغرافیا
 ۱۸۰ ۵-۶. نقشه جغرافیا
 ۱۸۰ ۵-۷. تصاویر و عکس‌ها
 ۱۸۰ ۵-۸. جمع‌آوری نمونه‌ها و تشکیل کلکسیون‌ها
 ۱۸۱ ۵-۹. نمودارها، جدول‌ها و آمارها
 ۱۸۱ ۶. آموزش‌های خاص در علوم اجتماعی
 ۱۸۱ ۶-۱. آموزش جغرافی
 ۱۸۳ ۶-۲. آموزش تاریخ
 ۱۸۷ ۶-۳. آموزش قوانین و مقررات اجتماعی
 ۱۸۸ ۷. روش کار دسته جمعی و طرز استفاده از آن در تدریس علوم اجتماعی
 ۱۸۹ ۷-۱. گروه چیست؟
 ۱۹۰ ۷-۲. کودکان چگونه گروه تشکیل می‌دهند؟
 ۱۹۱ ۷-۳. نمایش فعالیت‌ها
 ۱۹۲ ۷-۴. آرایه فعالیت‌های درسی در قالب نمایش
 ۱۹۳ خلاصه فصل

فصل نهم - ارزش‌یابی

- ۱۹۷ مقدمه
 ۱۹۸ ۱. ارزشیابی پیشرفت دانش‌آموزان
 ۲۰۰ ۲. تهیه طرح ارزشیابی
 ۲۰۲ ۳. روش‌های ارزشیابی
 ۲۰۴ خلاصه فصل
 ۲۱۰ کتاب‌نامه

مقدمه

پیشرفت علم و تکنولوژی و گسترش روزافزون تمدن و جامعه و فرهنگ نتیجه کوشش‌های مداوم عده‌ای از دانشمندان و محققان جامعه بشری است. اثر و نفوذ این فعالیت‌های علمی، در تمام مراحل زندگی آدمی به قدری روشن و ثمربخش است که حتی امروزه افراد عامی نیز از این اکتشافات و اختراعات خارق‌العاده تعجب نمی‌کنند. دانشمندان با ساختن سفینه‌های فضایی قادر شدند انسان را در کره ماه پیاده کنند، و برای مطالعه وجود حیات، فضاپیمای بدون سرنشین در کره مریخ فرود آوردند. در حالی که می‌دانیم اجداد این افراد روزی گالیله را به جرم اعتقاد به کرویت و گردش زمین به پای میز محاکمه و مجازات کشیدند.

اختراعات فراوانی که در اثر توسعه علوم بعمل آمده، و ترقیات قابل توجهی که در پزشکی و کشاورزی نصیب انسان گردیده همگی زاینده اندیشه‌های علمی متفکران جهان است.

قدرت و سربلندی هر ملت تنها، به ثروت و قدرت جسمی و یا تعداد افراد آن بستگی ندارد. همچنین پیروزی‌ها و فتوحات اسلاف آنان مایه افتخار و مباهات در دنیای امروز نیست، بلکه اقتدار علمی و استفاده صحیح از یافته‌های علوم موجبات عزت و عظمت و غرور ملت‌ها را فراهم می‌آورد.

امروز تمام کودکان دبستانی باید با واقعیت‌ها و مفاهیم علمی آشنا شوند، زیرا زندگی در عصر صنعتی بدون استفاده از یافته‌های علمی تقریباً غیر ممکن است. رادیو و تلویزیون، برق، هواپیما، سفینه فضایی، اتومبیل، ماشین، تراکتور و وسایل مکانیزه کشاورزی وسایلی هستند که روزانه با آنها سر و کار داریم. و یا درباره آنها مطالبی می‌شنویم. در اطراف خود با هزاران مسئله و مشکل روبرو هستیم که پیوسته کنجکاوی ما را برای پاسخ برمی‌انگیزد، ما را به تلاش و فعالیت وامی‌دارد. بجز اطلاعات علمی درست، چه چیز دیگر می‌تواند ذهن کنجکاو و حساس انسان را تسکین بخشد. و او را به یافتن پاسخ‌ها سوق دهد.

در صد سال اخیر برنامه‌های درسی مدارس به منظور غنی ساختن برنامه‌ها از نظر مطالب علمی همواره در حال تغییر بوده است. تا دانش‌پژوهان شیوه تفکر علمی را بیاموزند. ارزش علوم و یافته‌های علمی را دریابند. و با شیوه‌های صحیح کاربرد

یافته‌های علمی آشنا شوند.

سال‌هاست که آموزش علوم بصورت درسی، مستقل در برنامه‌های درسی مقاطع مختلف تحصیلی کشور، منظور شده است. نیل به این هدف زمانی مقدور است که درس علوم همچون سایر مواد درسی با روش‌های خاص خودش تدریس شود. از این رو اطلاع از روش‌های آموزش علوم برای معلمان به اندازه محتوای خود علم ضرورت دارد. زیرا استفاده از روش تدریس درست، موجب صرفه‌جویی در وقت و صرف انرژی معلم و دانش‌آموز می‌شود. و راه‌های رسیدن به هدف‌های آموزشی را هموارتر می‌کند. از آنجا که معلم نقش محقق را نیز ایفا می‌کند. باید برای کشف روش‌های تدریس مطلوب‌تر و موثرتر پیوسته بکوشد، زیرا روش‌های تدریس ثبات مطلق ندارند.

روشن است که تنها با خواندن و مطالعه روش‌های تدریس نمی‌توان اصول و پیشنهاد زیربنایی برای علم‌آموزی را فرا گرفت و در واقع مقتضی، آنها را بکار بست، بلکه باید شخصاً به تفکر و تعمق پرداخت و با دقت و علاقه‌مندی کلیه مطالب را عملاً مورد آزمایش و مشاهده قرار داد. زیرا تجربه شخصی از عوامل بسیار موثر در یادگیری است وقتی می‌توانیم، از نوشته‌های مربوط به روش‌های تدریس بهره مطلوب بگیریم، که شخصاً و از روی توجه و آگاهی کامل آنها را بکار بندیم. بنابراین موفقیت در استفاده از این روش‌ها به میزان کاربرد آنها در کلاس بستگی دارد.

کتاب روش تدریس علوم تجربی و اجتماعی در ۹ فصل تهیه و تنظیم شده است. ۵ فصل اول کتاب درباره روش تدریس علوم تجربی در مدارس ابتدایی بحث می‌کند. فصل‌های ۶ و ۷ کتاب در تدریس علوم تجربی و اجتماعی مشترکاً قابل استفاده است. فصل هشت منحصراً درباره تدریس علوم اجتماعی در مدارس ابتدایی مباحثی را دنبال می‌کند. مجدداً فصل نهم در مورد ارزش‌یابی همه جانبه از کار تدریس علوم تجربی و اجتماعی تهیه و مورد بحث قرار گرفته است.

راهنمای مطالعه کتاب

این کتاب در نه فصل تنظیم گشته است. لازم است، دانشجو نخست هدف‌های کلی را بخواند. و آنگاه در آغاز هر فصل، هدف‌های فصل را مطالعه کند. دانسته‌های موجود خود را در مورد اهداف مندرج در ابتدای هر فصل ارزیابی نماید و با مطالعه اهداف مرحله‌ای به چهارچوب و محتوای آن وقوف یابد.

پس از این وقوف و آگاهی، فراگیر، متن درس را یک بار بصورت معمولی و در دفعات بعد به‌طور دقیق مطالعه می‌کند و قسمت‌های احیاناً مبهم و نارسا را یادداشت می‌نماید. اگر تحت شرایط درونی و برونی، فراگیر در خود کشش پیشرفت در مطالعه را احساس نمی‌کند. ضروری است ادامه مطالعه را به زمانی دیگر موکول نماید.

مطالعه و مرور خلاصه فصل، یک طرح کلی از متن درس را در ذهن یادگیرنده ایجاد می‌کند. بررسی محتوای آزمون و توانایی در پاسخ دادن به پرسش‌های مطروحه، نمره‌گذاری آزمون، با مراجعه به پاسخ‌های داده شده می‌تواند، یادگیرنده را برای مطالعه فصول دیگر ترغیب کند. و چنانچه به پرسشی پاسخ صحیح داده نشده است، با مراجعه به متن و مرور قسمت مربوطه می‌تواند، نقص موجود را رفع نماید.

توصیه می‌شود، یادگیرنده بعد از مطالعه روش‌های مندرج در کتاب وسایل لازم جهت اجرای کار را فراهم آورد. و در صورت داشتن امکانات تدریس در مدارس ابتدایی روش‌های پیشنهادی را به کار گیرد. طبیعی است روش‌های تدریس علوم تجربی و اجتماعی، زمانی کاملاً یاد گرفته می‌شوند، که یادگیرنده آنها را بارها در تدریس خود بکار ببرد. و بدین‌وسیله نارسایی‌های موجود را برطرف سازد.

هدف‌های کلی درس روش تدریس علوم تجربی و اجتماعی

یادگیرنده بعد از آموزش کتاب روش تدریس علوم تجربی و اجتماعی قادر خواهد بود:

۱. در کلاس‌های ابتدایی از روش‌های تدریس علوم تجربی و اجتماعی استفاده کند.
۲. در محیط آموزشی وسایل و امکاناتی فراهم آورد که دانش‌آموزان با پدیده‌های علمی آگاهی حاصل کنند.
۳. دانش‌آموزان را در راه کشف محیط زندگی و یافتن پاسخ به سؤالات خود یاری کند.
۴. توانایی‌های دانش‌آموزان را برای کسب معلومات علمی و اجتماعی ارزیابی نماید.
۵. دانش‌آموزان را فعال سازد تا با مشاهده و تجربه، ناشناخته‌های محیط زندگی خویش را کشف نمایند.
۶. از روش‌های کار گروهی در تدریس استفاده کند.
۷. روش علمی را به کودکان در مدارس ابتدایی یاد بدهد.
۸. به دانش‌آموزان یاد دهد راه حل احتمالی مسائل علمی را پیش‌بینی کنند.
۹. به دانش‌آموزان یاد دهد وسایل ساده آزمایشی را برای انجام آزمایش‌های علمی فراهم آورند.
۱۰. ماهیت تفکر کودکان را از نظر رشد بشناسد، و در آموزش علوم استفاده کند.
۱۱. در تدریس علوم از سایر دروس دبستانی به‌ویژه ریاضیات استفاده کند.
۱۲. به دانش‌آموزان کمک نماید، تا در کارهای علمی و آموزشی مشارکت داشته باشند و همکاری کنند.

۱۳. به دانش‌آموزان یاد دهد رویدادهای علمی را تعبیر و تفسیر کنند و اتفاقات علمی را پیش‌بینی کنند.
۱۴. تاریخ و جغرافیا را به تناسب رشد کودکان برنامه‌ریزی و تدریس کند.
۱۵. ضمن بازی‌های جمعی، نمایش فعالیت‌ها و ارائه فعالیت‌ها در قالب نمایش، مقررات و قوانین اجتماعی را یاد دهد.
۱۶. با به‌کارگیری آزمایش‌های لازم، دقیقاً معین کند در چه موقع دانش‌آموز قادر به درک مطالب تاریخی و جغرافیایی است.
۱۷. با تهیه سوال‌های متنوع، پیشرفت علمی دانش‌آموزان را ارزشیابی کند.
۱۸. بعد از ارزیابی پیشرفت دانش‌آموزان، نواقص کار تدریس و نارسایی برنامه‌های آموزشی علوم را مشخص سازد.

فصل اول

علم تجربی و کودکان^۱

هدف کلی

آشنایی با علم تجربی و کودکان

هدف‌های فرعی

- انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتوانید:
۱. علم تجربی را بطور دقیق تعریف کنید.
 ۲. سه عامل مشخص علم تجربی را ذکر کنید.
 ۳. خصلت‌های انسان متواضع در علم‌آموزی را برشمارید.
 ۴. مراحل کار در روش تدریس علمی را نام ببرید.
 ۵. واقعیت علمی و اصول علمی را تعریف کنید و برای آنها مثال بزنید.
 ۶. نظریه علمی را با ذکر مثال بیان نمایید.
 ۷. علت کنجکاوی کودکان را به محیط اطراف خود بنویسید.

مقدمه

محتوای درس علوم تجربی و شیوه تدریس آن بیشتر به نحوه تفکر شما درباره علم

1. John Remen, Don Stufhard-Teaching Science in the Elementary School, Harper and Row, New York 1973, P% 1

بستگی دارد. اکنون درباره ماهیت، ساختمان و عملکرد علم در جامعه متریکی کنونی و مفاهیم علمی که باید تدریس شوند ذیلاً بحث می‌شود. ابتدا باید پرسید: درباره علم چه فکر می‌کنید؟ به عبارت دیگر علم تجربی چیست؟ تعریف علم تجربی را بنویسید و آن را با استاد، همکار فرهنگی و سایر کسانی که در علوم تجربی تبخّر دارند، تا چه اندازه موافق و احیاناً مخالف هستید. تجزیه و تحلیل کوشش‌های پیچیده انسانی در رشته علوم تجربی که هم اکنون به قسمت‌های مختلفی تقسیم شده است کار ساده‌ای نیست. معهذاً این بحث مختصر درباره علوم تجربی شاید بتواند شما را با علم آشنا سازد و ارتباط آن در رشد حسی و عقلی کودکان کنجکاو مدارس روشن کند. بعد از مطالعه این قسمت تصمیم خود را بعنوان راهنمای انتخاب، برنامه‌ریزی و اجرای مفاهیم علمی در تدریس به کودکان مورد استفاده قرار دهید.

ابتدا باید مشکلات موجود در راه نیل به یک تعریف عملیاتی در علم تجربی را درک کنید. کار خود را از همان جایی که مدرسین آغاز کرده‌اند و به مراحل کنونی در علم‌آموزی رسیده‌اند، شروع کنید. تعریف زیر می‌تواند تعریف نسبتاً قابل قبولی از علم تجربی باشد: «علم تجربی مجموعه فعالیت‌های انسانی است که بعنوان یک ابزار پیشرفته در جهت شناخت متشکل محیط زندگی در اختیار ما قرار دارد.» واقعیت‌های علمی گرچه از نظر تفکر انسانی موجود، عینیت معینی دارند، موضوع منطق و درک انسانی نیز به شمار می‌آیند. باید گفت علم تجربی از نظر روش به صورت کلی کاربردی، از نظر ارتباطی کاملاً سازمان یافته و از نظر معرفت انسانی بطور دائم در حال تغییر است.

علم سه عامل مشخص عمده دارد:

۱. نظرات علمی

۲. روش‌های علمی

۳. نتایج علمی

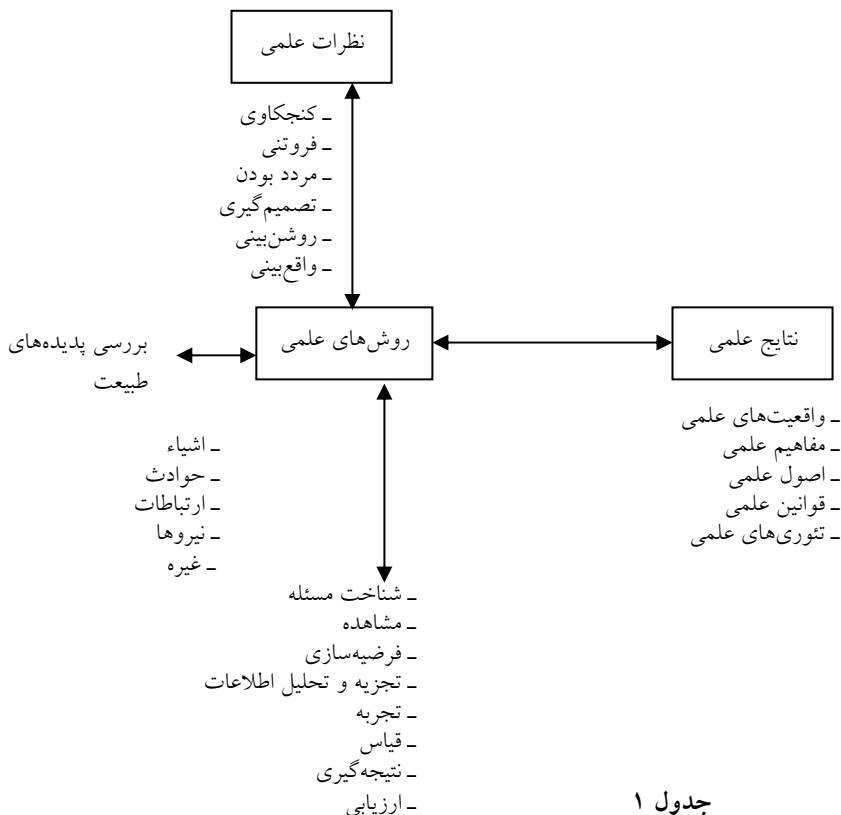
۱. نظرات علمی: برخی عقاید و ارزش‌ها مانند به تعلیق درآوردن قضاوت تا زمانی که اطلاعات کافی درباره مسئله جمع‌آوری نشده است. کوشش مستمر در واقع بین بودن و نظایر این‌ها.

۲. روش‌های علمی: برخی راه‌های بررسی مسائل مانند فرضیه‌سازی، طرح و

اجرای تجارت علمی، ارزشیابی اطلاعات، اندازه‌گیری و نظایر آن.

۳. نتایج علمی: واقعیت‌ها، قوانین، اصول، تئوری‌های علمی مانند اصل علمی مربوط به این که آهن در اثر حرارت انبساط پیدا می‌کند.

دانشمندان کسانی هستند که در یک رشته علمی تربیت شده‌اند به مشاهده و تجربه پدیده‌ها می‌پردازند و از طریق فعالیت‌های عقل به مطالعه آنها مشغولند. آنان به هنگام جمع‌آوری و تفسیر و ارزشیابی اطلاعات واقع‌بین هستند و از نظرات علمی تبعیت می‌کنند آنان همچنین برای گشودن معمای خلقت به تجارب و کوشش‌های متعدد علمی می‌پردازند این فعالیت‌ها «روش علم» نامیده می‌شود آنان در ضمن فعالیت‌هایشان به کشف مواردی موفق می‌شوند. که این یافته‌ها را نتایج علمی می‌گویند. در جدول ۱ ارتباط عوامل سه‌گانه نشان داده می‌شود. و در مورد هر یک از عوامل مذکور نمونه‌هایی مورد بحث قرار می‌گیرد.



۱. نظرات علمی

۱-۱. کنجکاوی کودکان در محیط اطراف

نیازها و تمایلات انسان را وادار می‌سازد که برای پرسش‌هایش درباره وقایع محیطی، پاسخ‌های منطقی بیابد. این امر در نهایت باعث پیشرفت علوم تجربی می‌شود. کودکی که پارچه را از نظر رنگ و اندازه و طرح مشاهده می‌کند، شن‌ها را در ساحل دریا و در جعبه شنی مورد مطالعه قرار می‌دهد، از یافته‌های خویش لذت می‌برد. به همین ترتیب یک دانشمند نیز باعث می‌گردد که کوشش انسان‌ها برای شناخت طبیعت تداوم یابد. دانشمند جستجوگری است که چراغ کشف و پیدایش علمی را دائماً روشن نگه می‌دارد بدون این نظر علمی (کنجکاوی) یافتن این همه علوم تجربی امکان‌پذیر نخواهد بود. دانشمندان به علت عطش سیری‌ناپذیر به دانش، همیشه کنجکاوانه در کشف تازه‌های علمی می‌کوشند. و هر چه بیشتر می‌یابد فروتن و متواضع می‌گردند و می‌گویند که هنوز چیزی نمی‌دانند یا احیاناً کاری انجام نداده‌اند.

۱-۲. تواضع در علم‌آموزی

متواضع بودن به معنی پرهیز از افتخارات توخالی و بی‌دلیل است. انسان متواضع به کسی اطلاق می‌شود که دارای خصلت‌های زیر باشد:

الف) نقاط ضعف و قوت انسان‌ها را به طور دایم مورد مشاهده و مطالعه قرار دهد.

ب) پیوسته علیه خواهش‌های نفسانی خود مانند جزمی بودن قیام کند و از قبول کورکورانه هر چیز بدون سؤال و به واقعیت رسیدن بپرهیزد.

دانش‌آموزان در آموزش علوم تجربی نباید افکار علمی را بدون ارزیابی بپذیرند و نباید ذهن خویش را صرفاً از واقعیات علمی انباشته سازند. در جوامع غیر آزاد سؤال در مورد صحت و سقم واقعیات آزاد نیست و نداشتن آزادی در پرسش بزرگ‌ترین دشمن «تردید سالم علمی» است. در این مورد علم‌آموزی حالت غیرعلمی به خود می‌گیرد.

صاحبان افکار خرافاتی اندیشه علمی ندارند زیرا ذهن آنان در برابر قبول افکار تازه مقاوم است از طرف دیگر علما افراد ساده‌لوحی نیستند و احیاناً در برابر یافته‌های

علمی زود تسلیم نمی‌شوند. آنان با مسائل و کاستی‌های انسان آشنا هستند و بر اساس تحقیقات علمی معلومات خویش را بدست می‌آورند. روش علمی از صدها سال پیش با فعالیت هزاران دانشمند علوم تجربی آغاز و به تدریج کامل شده است. روش علمی به تدریج مجهز گشته و به صورت علمی شناخته شده امروزی در آمده است. شناخت روش علمی به صورت فعالیت‌های انسانی باعث شده است روش‌های علم‌آموزی با استفاده از روش علمی، مستقل از افراد و نظرات شخصی آنان به رشد خود ادامه دهد.

۳-۱. نگرش مثبت نسبت به شکست

اکثر افراد پس از ماه‌ها تلاش بر حل مسایل علمی وقتی با موفقیت کمتر یا شکست مواجه شوند از ادامه کار دل‌سرد می‌گردند. دانشمندان علوم تجربی تلاش‌های انسان را به صورت واقعیت علمی و روش سالم تلقی می‌کنند و تمام نظرات علمی را به صورت یک رشته فعالیت‌های دامنه‌دار بی‌انتهای می‌دانند که در حال و آینده می‌توان از آن استفاده نمود. دانشمندان معمولاً کارهای خویش را ناتمام تلقی می‌کنند و امیدوارند که تلاش آیندگان بتواند پژوهش‌های علمی ناقص آنان را تکمیل سازد. شکست برای جویندگان علم نوعی موفقیت محسوب می‌گردد و آنان را وامی‌دارد که در راه و روش کارشان تجدیدنظر کنند. از دید تاریخی نیز می‌تواند گفت اهرلیچ^۱ دانشمند آلمانی برنده جایزه نوبل در رشته پزشکی و فیزیولوژی در سال ۱۹۰۸ پس از ۶۰۵ بار شکست بالاخره توانست داور سیفلیس بنام سالوارسون^۲ را بیابد. همچنین برای یافتن داروی شیمیایی عکاسی که بتواند، عکس گرفته شده را بلافاصله ظاهر و چاپ کند. روبرت راجرز پس از ۱۵ سال تلاش و ۵۰۰۰ تجربه توانست فیلم پولاروید را اختراع کند. نیز می‌دانیم این راه‌ها را جهت کسب اطلاعات جدید علمی طی کنیم. و از شکست نه‌راسیم.

۴-۱. چرا دانشمندان بر علیه فکر خویش قیام می‌کنند؟

دانشمندان پیوسته در جهت اهداف علمی می‌کوشند. در صورتی که افراد معمولی پیوسته اطلاعات را در جهت تأکید افکار و عقاید خویش به کار می‌برند. به عبارت دیگر اینها می‌گویند که ذهن ما این مطالب را یافته است و نمی‌خواهیم خود را با

1. Ehrlich

2. Salvarsan

واقعیت‌ها درگیر کنیم. ما همه مایلیم در راهی فکر کنیم که به درک یک موقعیت تازه منتهی شود.

روان‌شناسان این روش را پدیده‌شناسی می‌گویند که نوعی شناخت ذهنی و نتیجه‌گیری خصوصی و شخصی از مشاهدات به حساب می‌آید در این نوع شناخت فرد می‌کوشد جهان را از دید دیگران ببیند اگزستانسیالیست‌ها می‌گویند: هر چیز را در دنیا باید از دیدگاه زیستی سنجیده و قبول کرد. در صورتی که دانشمند تصمیمات خویش را براساس حوادث پیش آمده و تکیه بر تجربیات گذشته اتخاذ می‌کند.

۱-۵. واقع‌گرا بودن در علم‌آموزی

دانشمندان باید پیوسته به خود بقبولانند که در مسایل باید واقع‌گرا باشند و کوشش‌های علمی آنان در جهت واقع‌گرایی باشد.

- چگونه بدانم که می‌دانیم؟ (باید ارزش اطلاعات جمع‌آوری شده را ارزیابی کنید)

- آن چه را می‌دانم چگونه انجام دهم؟ (بعد از ارزیابی اطلاعات صحت آنها باید تأیید شود)

- آیا من و دیگران می‌توانیم این روش را به کار ببریم؟ (ارزش‌یابی مجدد یافته‌های علمی)

دانشمندان با طرح سؤالات بالا و نظایر آنها سعی می‌کنند اشتباهات خود را به حداقل برسانند. آنان می‌دانند که ممکن است در موقعیت مشابه، افراد دیگری کارشان را تکرار کنند و با کاربرد روش علمی و انجام آزمایش و یا تجدید آن به واقعیت علمی در مورد یک پدیده برسند.

روش‌های تجربی به کار رفته در حقیقت سنگ محکم بنای علمی است که می‌تواند نتیجه آزمایش‌های دقیق علمی باشد. هر چه وسایل علمی پیشرفته‌تر باشند دقت و واقع‌گرایی در تحقیقات علمی نیز بیشتر خواهد بود امروزه در زمینه الکترونیک و کامپیوتر و عکاسی کار دانشمندان تنها روی احساس و اندیشه نیست بلکه آزمایش‌های پیشرفته علمی باعث پیدایش یافته‌های جدید در علوم مذکور گردیده است. این قبیل نظرات علمی به تدریج جزو عادات دانشمندان می‌شوند و در بررسی

علمی آنها را به کار می‌بندند. مانند:

۱. کنجکاوی

۲. فروتنی

۳. مردد بودن

۴. روشن فکری

۵. اجتناب از ساده‌لوحی و جزمی بودن

۶. داشتن نظریه مثبت در مورد شکست

۷. واقع‌گرایی

میزان توجه دانشمندان به موارد مذکور نشان‌دهنده آنست آنان در تصمیم‌گیری‌های علمی خویش تا چه اندازه روش علمی را در نظر قرار می‌دهند. البته علاوه بر دانشمندان، این موارد برای هر شخص عادی نیز مهم و مبین آنست که چگونه می‌تواند مسایل علمی خویش را حل و فصل نماید.

۲. روش‌های علمی

۲-۱. روش تحقیق علمی

در یک تعریف گسترده تحقیق علمی به معنی جستجو درباره حقایق و معلومات علمی است. شخص باید مسئله علمی را بفهمد تا بتواند راه‌حل احتمالی آن را پیش‌بینی کند و تحقیق علمی را درباره مسئله مذکور ادامه دهد.

نظرات علمی گفته شده در بالا در مراحل تحقیق علمی بر عملکرد دانشمند اثر می‌گذارند. رفتارهای جستجوگرانه دانشمندان به نوبه خود در روش‌های علمی اثر می‌گذارد. این مورد در مدارس ابتدایی به عنوان (روش تدریس در علم‌آموزی) پیشنهاد می‌گردد.

روش تدریس علم‌آموزی: مراحل کار در روش تدریس علمی به شرح زیر می‌باشد.

۱. تعریف مسئله

۲. مشاهده کردن

۳. اندازه‌گیری کردن

۴. طبقه‌بندی کردن

۵. نتیجه‌گیری از اطلاعات جمع‌آوری شده
 ۶. ساختن فرضیه
 ۷. انجام کارهای مربوط به آزمایش
 ۸. تجربه کردن
 ۹. دستیابی به قوانین، اصول و نظریه‌های علمی
- در علم آموزی، روش تدریس معلم علوم تجربی موجب خواهد شد دانش‌آموزان در تحقیقات علمی خویش از مراحل بالا استفاده کنند.

۲-۲. پرسش درباره سؤالات صحیح علمی

سؤالات کودکان را که در دنیای احساس و اندیشه خویش مطرح می‌سازند و همچنین سؤالات بسیار دقیق و عمیق دانشمندان را که مشغول بررسی علمی هستند، شنیده‌اید. سؤال کردن که در علم‌آموزی جوهر تحقیق و بررسی علمی است معمولاً به سه نوع مطرح می‌شود؟:

الف) چه؟ معمولاً برای تعریف یک پدیده علمی ساده‌ترین سؤال علمی با کلمه (چه) آغاز می‌گردد مانند: چه نوع سنگی است؟ چه نوع پرنده‌ای است؟ پاسخ به چنین سؤالات علمی گاهی یک کلمه است.

ب) چگونه: این سؤال نیازمند اندکی بررسی علمی است زیرا معمولاً نیاز به روش مطالعه علمی دارد مانند: چگونه حرارت از یک میله آهنی عبور می‌کند؟ برای پاسخ دادن به چنین سؤال علمی معمولاً شخص باید نظریه مولکولی و اثر انرژی حرارتی را بر روی مولکول‌ها بداند و درباره انتقال حرارت از مولکولی به مولکول دیگر و مانند اینها اطلاعات علمی داشته باشد.

ج) چرا؟ این قبیل سؤالات پرسش‌های اساسی علمی هستند و پاسخ معمولاً آخرین پاسخ می‌تواند باشد و هر پاسخ موفقیت‌آمیز، کلیدی برای یافتن پاسخ‌های دیگر است مانند: کودک از پدر خویش می‌پرسد: برگ درخت چرا سبز است؟ پاسخ می‌شود که کلرفیل دارد. بعد می‌پرسد کلرفیل چیست؟ یا کلرفیل چرا سبز است؟ بنابراین هر پاسخ باعث می‌شود سؤال اساسی دیگری در شناخت مفاهیم علمی به عمل آید. سؤال کردن وسیله‌ای برای کشف و تحقیق است که اساس کار علم‌آموزی محسوب می‌شود

از این رو جا دارد در هر یک از دروس علوم تجربی معلمان ورزیده این قبیل سؤالات علمی را پیش‌بینی کنند.

۳-۲. پرهیز از پاسخ‌های غیر علمی

معمولاً به علت عدم اطلاع و دانش علمی کافی، گاهی به سؤالات کودکان پاسخ داده می‌شود. و معمولاً آنان به تفکر و احیاناً جستجو و کوشش در یافتن علل علمی ترغیب نمی‌شوند. مانند این که گیاه معمولاً نور را دوست دارد و به طرف آن می‌رود این پاسخ باعث خواهد شد اثر نور در سلول‌های گیاهی و کارها مربوط به تنفس گیاه در برابر نور و کربن‌گیری مورد بحث قرار نگیرد. این قبیل پاسخ‌ها باعث می‌شوند کوشش‌های علمی با بن‌بست روبرو گردند.

۴-۲. یافتن علت و معلول

دانشمندان می‌کوشند که علت و معلول را در بین اجزای اطلاعات به دست آمده بیابند و اغلب برای کنترل اثر یک متغیر آزمایش‌هایی انجام می‌دهند. و گاهی در بین متغیرهای متعدد در یک پدیده علمی، دانشمندان چندین تجربه را مورد توجه قرار می‌دهند و در هر یک از تجارب علمی تنها یک پدیده تغییر می‌کند و اثر آن مورد مطالعه قرار می‌گیرد. مانند مطالعه اثر نور، حرارت و امثال آن در رشد گیاه که فقط یکی تغییر می‌کند و بقیه ثابت هستند در نتیجه اثر متغیر مورد توجه قرار می‌گیرد. کودکان برای این که اثر آب را در رشد گیاه مورد مطالعه قرار دهند دو آزمایش هم‌زمان انجام می‌دهند. در یکی دانه گیاه را در اسفنج خیس و در دیگری دانه گیاه را در اسفنج خشک قرار داده و در شرایط مشابه از آنها نگهداری می‌کنند. مسلماً دانه موجود در اسفنج آب‌دار پس از مدتی رشد می‌کند.

در این دو آزمایش همه شرایط به استثنای آب ثابت هستند و اثر آب به عنوان متغیر در رشد گیاه مورد مطالعه قرار می‌گیرد. آزمایش دوم در حقیقت آزمایش کنترل نامیده می‌شود. زیرا کنترل همه متغیرها و مطالعه اثر آنها در یک آزمایش غیر ممکن است این قبیل آزمایش‌ها کمک مؤثری در مطالعات علمی دارند. دانشمندان برای کسب دقت لازم در کار علمی خویش به این ترتیب می‌توانند میزان اثر یک عامل متغیر را در