



نقشه‌های مفهومی و مدل‌های ذهنی

ترجمه: الهه علوی

همچنین بهبود شرایط آموزشی، استاندارد کردن تعداد دانش‌آموزان هر کلاس، آزاد کردن فکر معلم از دغدغه‌های معیشتی و داشتن فرصت کافی برای پرداختن به وضعیت تحصیلی، روحی-روانی و اجتماعی دانش‌آموزان کلاس، بتوان تا حدودی از افت تحصیلی دانش‌آموزان پیشگیری و از هرز رفتن منابع انسانی و سرمایه‌های ملی جلوگیری کرد.

۹. پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران کلان آموزش و پرورش در شناسایی آسیب اجتماعی ناشی از فقر، یا اعتیاد والدین تلاش بیش‌تری صورت دهند و وضعیت روحی-روانی مناسبی برای چنین دانش‌آموزانی فراهم کنند.

عوامل آموزشی در رویارویی با دانش‌آموزان ضعیف، انعطاف‌پذیر باشند، از تهدید دانش‌آموز با ابزار نمره‌ی مستمر اجتناب و در عوض موفقیت‌های تحصیلی او را تقویت کنند. آموزش و پرورش نیز در جهت استاندارد کردن تعداد دانش‌آموزان کلاس کوشش بیش‌تری به عمل آورد. چرا که با وجود ۴۰ دانش‌آموز در هر کلاس در عمل امکان آشنایی با شرایط فرهنگی و اجتماعی و مشکلات شخصی و آموزشی فرد فرد دانش‌آموزان از دیر سلب می‌شود.

جامعه نیز می‌بایستی به نوجوان توجه کافی را مبذول داشته و روحیه‌ی اعتماد به نفس آنان را افزایش دهد و با ایجاد بازارهای کار مناسب برای طبقه‌ی تحصیل‌کرده، انگیزه دانش‌آموزان برای دست‌یابی به زندگی بهتر با مطالعه‌ی بیش‌تر را تقویت کند.

منابع و مأخذ

- کتاب:
۱. بیابانگرد، اسماعیل. روش‌های پیشگیری از افت تحصیلی، انتشارات انجمن اولیاء و مربیان. تهران ۱۳۸۰.
 ۲. خوزه پلات. شکست تحصیلی آموزش ابتدایی و راه‌های مقابله با آن، چاپ دوم، ترجمه‌ی محمدعلی امیری، تهران انتشارات خوارزمی، ۱۳۵۶.

مقالات:

۳. نریمانی، محمد. مروری بر عوامل مؤثر با افت تحصیلی دانش‌آموزان، نشریه‌ی پیوند، انجمن اولیاء و مربیان، شماره ۱۶۰، بهمن ۱۳۷۱.
۴. پریخ، بهنام. راز عقب ماندگی دانش‌آموزان، ماهنامه‌ی آموزش و پرورش، ش ۱۴:۴۲۰.

پایان نامه‌ها:

۵. خلیلی، نوروعلی. بررسی علل درون‌سیستمی افت تحصیلی دانش‌آموزان پایه‌ی اول متوسطه سوادکوه، ۱۳۸۳.
۶. گرانلی، مهنوش. عوامل اجتماعی مؤثر بر افت تحصیلی دانش‌آموزان پسر دوره راهنمایی مدارس روستایی گنج‌افروز و بابلکنار شهرستان بابل، پایان‌نامه، دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۷۸.



مقاله‌ای که در پی می‌آید، ترجمه و تلخیص مقاله‌ای پژوهشی با عنوان «پدیدار کردن مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان با نقشه‌های مفهومی» که در مجله‌ی «آموزش زیست‌شناسی» است، شماره‌ی ۳، تابستان ۲۰۰۷ به چاپ رسیده است. این تحقیق که به منظور استفاده از نقشه‌های مفهومی برای کاوش درباره‌ی مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان تایوان انجام شده، به موضوع حفظ حالت پایدار قند خون پرداخته است. حفظ حالت پایدار قند خون از موضوع‌های آموزش زیست‌شناسی در اولین سال دبیرستان (پایه‌ی هفتم) در تایوان است.

نقشه‌های مفهومی در آغاز ساختاری سلسله‌مراتبی داشتند که در آن‌ها تعدادی خط، مفاهیم وابسته را به هم متصل می‌کردند. اکنون نقشه‌های مفهومی حداقل دو شکل دارند: نقشه‌های مفهومی سلسله‌مراتبی و نقشه‌های مفهومی شبکه‌ای^{۱۱}. نقشه‌ی مفهومی سلسله‌مراتبی ساختاری مفهومی و یک‌پارچه ارائه می‌دهد. اما نقشه‌ی مفهومی شبکه‌ای برای دانش‌هایی مناسب است که در بردارنده‌ی فرایندهای پیچیده یا ارتباط‌های داخلی هستند. بنابراین نقشه‌های مفهومی «نقشه‌های نوشتاری» خوبی برای تبیین مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان هستند.

مدل‌های ذهنی شباهت‌هایی با نقشه‌های مفهومی دارند. مدل‌های ذهنی چارچوب‌های مفهومی درونی مربوط به یادگیرنده‌اند، درحالی‌که نقشه‌های مفهومی ساختارهایی بیرونی و دیداری هستند. بنابراین نقشه‌های مفهومی به دانش یا فرضیه جلوه‌ی بیرونی می‌دهند و افکار علمی یادگیرنده را بیان می‌کنند.

مدل‌های ذهنی را به دو دسته‌ی فیزیکی و مفهومی تقسیم می‌کنند.^{۱۲} مدل‌های ذهنی فیزیکی در ساختارهای ذهنی چیزهای فیزیکی نقش دارند، در حالی‌که مدل‌های مفهومی ساختارهایی ذهنی از مفاهیم یا امور انتزاعی ارائه می‌دهند. ارتباط دادن مدل‌های ذهنی مفهومی با نقشه‌های مفهومی کار سختی نیست. براساس شباهت‌های موجود بین مدل‌های ذهنی و نقشه‌های مفهومی می‌توان نقشه‌های مفهومی را به مدل‌هایی نوشتاری به منظور کشف مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان تلقی کرد.

مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون

حفظ حالت پایدار^{۱۳} در دهه‌های گذشته موضوعی مهم و سخت بوده است.^{۱۴} برخی معلمان مفهوم حفظ حالت پایدار را به سخت‌ترین مفهوم زیست‌شناسی توصیف کرده‌اند.^{۱۵} دیدگاه «یادگیری معتبر»^{۱۶} حفظ حالت پایدار قند خون را مفهومی مهم در تلاش برای پیشگیری و مهار دیابت در جامعه‌ی امروزی می‌بیند. این مفهوم در رأس مفاهیم زیست‌شناختی دبیرستان‌های تایوان است. زیرا مفهوم حفظ حالت پایدار در دستگاه‌های غده‌های درون‌ریز، عصبی و گوارشی نقش دارد. در این پژوهش، یادگیری حفظ حالت پایدار قند خون با تأکید

تحقیق درباره‌ی مفاهیمی که دانش‌آموزان در ذهن دارند، خصوصاً بعد از این نظر آزرابل^۱ که دانش قبلی بر یادگیری دانش جدید علمی تأثیر می‌گذارد، در آموزش علوم اهمیت بسیار دارد. محققان بسیاری بر یادگیری مفاهیم جامع، گسترده و پیچیده و هم‌چنین بر برداشت‌های نادرست، متمرکز شده‌اند. اگرچه فهمیدن دانش قبلی دانش‌آموزان و برداشت‌های نادرست پیشین آنان مهم است اما کنکاش درباره‌ی مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان از مفاهیم پیچیده و مختصر، دشوار است. مثلاً محققان از دانش‌آموزان خواسته‌اند آنچه را که می‌اندیشند به زبان آورند یا آن را نقاشی کنند. برای دانش‌آموزان سخت است آن‌چه را که درباره‌اش فکر می‌کنند، به زبان آورند. برای آنان درک و ترسیم مفاهیمی که در سطح میکروسکوپی هستند، بویژه دشوار است. در این پژوهش نقشه‌ی مفهومی را طوری تغییر دادیم تا بتواند راهی برای بیان مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان درباره‌ی مفهوم پایداری قند خون باشد.

عبارت «مدل ذهنی» را به کنت کرایک^۲، فیزیولوژیست اسکاتلندی نسبت می‌دهند. او خاطرنشان ساخت که ذهن، مدل‌هایی کوچک مقیاس از واقعیت‌ها را برای پیش‌بینی وقایع و ساختن توضیحات، می‌سازد.^۳ مدل‌های ذهنی از نگاه کرایک، پویا هستند و نمودهایی از دنیای پیرامون را خلق می‌کنند. هم‌چنین محققان در پژوهش‌های دیگر پیشنهاد کرده‌اند که مدل‌های ذهنی نمودهایی درونی از دانش مربوط به جهان هستند.^۴ اگرچه ممکن است کاوش در مدل‌های ذهنی افراد سخت باشد، ولی این مدل‌ها برای آشکار کردن اندیشه‌های افراد درباره‌ی مفاهیم کلیدی مهم هستند. گیلبرت و بولتر اشاره داشتند که به نظر می‌رسد مدل‌های ذهنی برای محققان دست‌نیافتنی باشد، بنابراین محقق باید برای نتیجه‌گیری بر «مدل‌های بیان شده» تکیه کند.^۵ بر این اساس، هدف از این پژوهش استفاده از نقشه‌های مفهومی به عنوان مدل‌های بیان شده، به منظور آشکار کردن مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان است. ترسیم نقشه‌ی مفهومی ابتدا در ایالات متحده شکل گرفت.^۶ اما اکنون در سراسر جهان از آن استفاده می‌شود و در بسیاری از زمینه‌ها مانند، آموزش علوم^۷، ابزارهای یادگیری^۸، ارزیابی از مفاهیم دانش‌آموزان^۹ و بررسی کتاب‌های درسی^{۱۰} متناسب شده است.

دانش آموزان پایه ی هفتم ۶ ماه و برای دانش آموزان پایه ی نهم، دو سال و نیم بود.

طرح تحقیق

در این پژوهش از مصاحبه های نیمه سازمان یافته (به مدت ۴۵ دقیقه) با دانش آموزان استفاده و از آن ها خواسته شد که نقشه های مفهومی خود را در حال پاسخ دادن پرسش ها بسازند (پرسش ها در جدول ۱ آمده است). این پرسش ها از کتاب درسی، ویرایش وزارت آموزش تایوان انتخاب شد. مصاحبه گر ها، چگونگی ترسیم نقشه ی مفهومی را قبل از آغاز مصاحبه، در حدود پنج دقیقه و به طور خلاصه برای هر دانش آموز توضیح دادند. دانش آموزان اجازه

بر دستگاه های غده های درون ریز، اعصاب و گوارش و هم چنین خود حفظ حالت پایدار انجام شد. هدف از این پژوهش استفاده از نقشه های مفهومی به عنوان مدل های نوشتاری، به منظور فراهم کردن زمینه ای برای دانش آموزان بود تا آنان بتوانند مدل های ذهنی خود را با توجه به مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون ارائه دهند. هم چنین از اهداف دیگر این تحقیق آشکار کردن تفاوت های بین عملکرد

جدول ۱. پرسش های مصاحبه

پرسش ها	مفاهیم مورد کاوش
۱. قند خون چیست؟ ۲. قند خون در کجا جمع می شود؟ ۳. عملکرد قند خون چیست؟	مفاهیم پایه در ارتباط با تعریف، جایگاه و عملکرد قند خون.
۴. آیا غلظت قند خون تغییر می کند؟ ۵. چه زمانی مقدار قند خون افزایش می یابد؟ ۶. چه زمانی مقدار قند خون کاهش می یابد؟	نظرات پایه در ارتباط با مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون. ساز و کارهای مسئول در مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون.
۷. آیا معنی حفظ حالت پایدار را می دانید؟	مفهوم حفظ حالت پایدار

دانش آموزان پایه ی نهم و هفتم بعد از آموزش این موضوع بود.

پرسش های تحقیق

- الف. دانش آموزان کدام مفاهیم مرتبط با قند خون را نمی دانستند؟
- ب. دانش آموزان کدام دستگاه های دخیل در حفظ حالت پایدار قند خون را نمی دانستند؟
- پ. آیا با توجه به مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون، بین مدل های ذهنی دانش آموزان تفاوتی وجود داشت؟
- ت. بعد از آموزش این مفهوم چه برداشت های نادرستی در دانش آموزان به وجود آمده بود؟

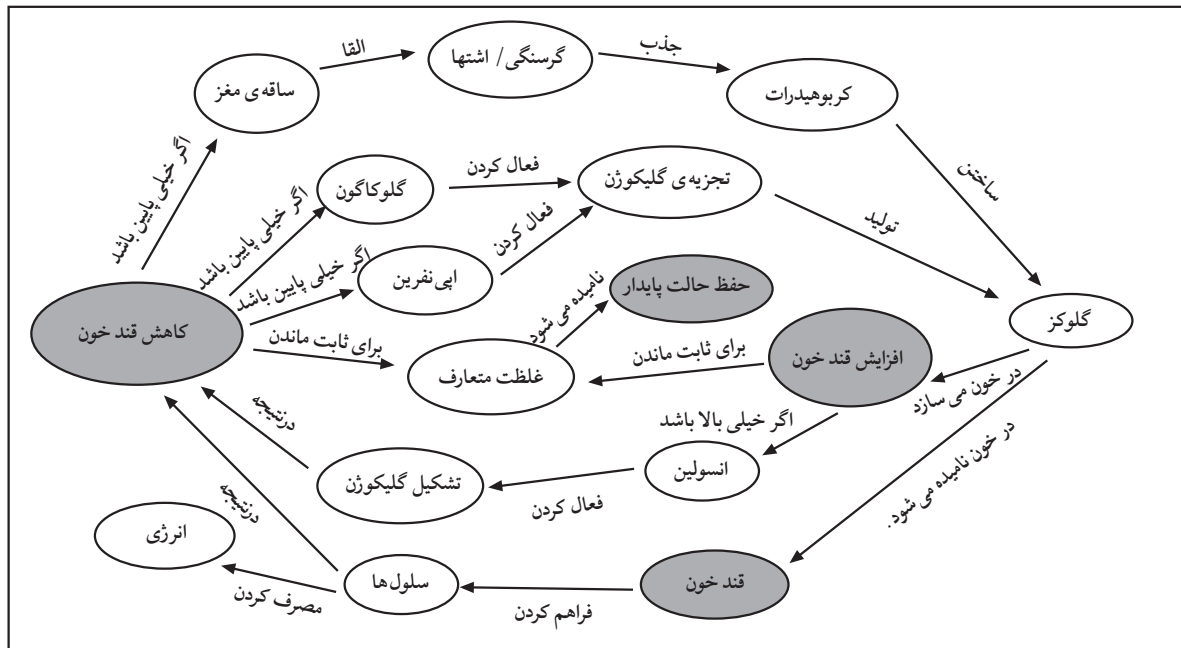
روش ها

چهارده دانش آموز در این تحقیق شرکت داشتند: نه نفر در پایه ی هفتم (۱۳ ساله) از سه مدرسه ی مختلف و پنج نفر در پایه ی نهم (۱۵ ساله). پایه های هفتم و نهم به این علت انتخاب شد که مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون را آموزش دیده بودند و یکی از هدف های این تحقیق درباره ی برداشت های نادرست به جای مانده در دانش آموزان بود. زمان سپری شده از آموزش این مفهوم برای

داشتند تا در حین ساختن نقشه ی مفهومی، پرسش کنند. مصاحبه گر ها، کارت های کاغذی کوچکی را هنگام مصاحبه به دانش آموزان دادند. در بعضی از این کارت ها عبارت هایی مانند «قند خون»، «افزایش قند خون»، «کاهش قند خون» و «حفظ حالت پایدار» نوشته شده بود. بعضی دیگر از کارت ها، خالی بود و به دانش آموزان این امکان را می داد تا بتوانند عبارات و کلمه های مورد نظر خود را برای ساختن و ترسیم نقشه ی مفهومی بنویسند. عنوان نقشه ی مفهومی «حفظ حالت پایدار قند خون» بود. دانش آموزان می توانستند هنگام مصاحبه نقشه ی مفهومی خود را گسترش و تکمیل و یا این که آن را اصلاح کنند. مصاحبه ها ضبط و نقشه های مفهومی برای بررسی نگهداری می شد.

بررسی داده ها

ابتدا سه نفر براساس موضوع های معرفی شده در کتاب درسی وزارت آموزش تایوان یک نقشه ی تخصصی را ترسیم کردند (شکل ۱). این سه نفر همگی تحصیلات زیست شناسی داشتند. نقشه های مفهومی دانش آموزان با این نقشه مقایسه شد تا هر نوع تفاوتی آشکار شود. علاوه بر این پاسخ های شفاهی دانش آموزان



شکل ۱. نقشه‌ی مفهومی مربوط به حفظ حالت پایدار قند خون

نیز مکتوب و بررسی شد.

دستگاه غدد درون‌ریز، دستگاه‌های عصبی و گوارشی. دانش‌آموزان در ارتباط با دستگاه درون‌ریز به فهمیدن مفاهیم انسولین، اپی‌نفرین، گلیکوژن و نقش آن‌ها در حفظ حالت پایدار قند خون نیازمند بودند. هم‌چنین در ارتباط با دستگاه عصبی باید تشخیص دهند که مغز سازوکار حفظ حالت پایدار قند خون را تحریک می‌کند، و در ارتباط با دستگاه گوارش، دانش‌آموز باید دریابد که هضم و جذب غذا در کاهش و افزایش غلظت قند خون نقش دارد.

نتایج نشان داد که همه‌ی دانش‌آموزان تصور اندکی درباره‌ی دستگاه‌های مفهومی مذکور دارند. ابتدا فقط یک دانش‌آموز در هر گروه تصویری از دستگاه عصبی داشت. به علاوه هیچ‌یک از دانش‌آموزان کلاس نهم، مفاهیم مربوط به دستگاه درون‌ریز (انسولین، اپی‌نفرین و گلیکوژن) را به خاطر نداشت، درحالی‌که اکثر کلاس هفتمی‌ها هنوز این مفاهیم را به یاد داشتند. کلاس نهمی‌ها در ارتباط با دستگاه گوارش بهتر از کلاس هفتمی‌ها عمل کردند.

مدل‌های ذهنی برای حفظ حالت پایدار قند خون

دو دسته مدل ذهنی در نقشه‌های مفهومی دانش‌آموزان آشکار شد. یک مدل ابتدایی که فقط تجارب زندگی روزمره مربوط به کاهش و افزایش قند خون را نشان می‌دهد و هیچ دستگاه مفهومی در آن نقش نداشت. مدل دیگر، مدل سنتزی بود که هر دو

نتایج

در این بخش، مفاهیم و دستگاه‌های مفهومی مربوط به حفظ حالت پایدار قند خون استخراج شد که دانش‌آموزان بعد از آموزش این مباحث، به دست آورده بودند. علاوه بر آن دو دسته مدل ذهنی که دانش‌آموزان از طریق ترسیم نقشه‌های مفهومی ارائه کرده بودند و هم‌چنین برداشت‌های نادرستی که در مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان وجود داشت، ترسیم شدند.

قند خون

سه مفهوم بررسی شده در نقشه‌های مفهومی دانش‌آموزان عبارت بودند از: تعریف، نقش و جایگاه قند خون (این موارد در کتاب درسی موجود است). همه‌ی دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این پژوهش مفهوم قند خون را می‌دانستند. گرچه اندکی از آن‌ها به جای قند خون از کلمه‌ی قند استفاده کردند. اکثر دانش‌آموزان کلاس هفتمی مفاهیم عملکرد قند خون و جایگاه قند خون را دریافته بودند، اما سه نفر از کلاس نهمی‌ها فاقد این درک بودند.

دستگاه‌های مفهومی مربوط به حفظ حالت پایدار قند خون

سه دستگاه مفهومی در ارتباط با مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون بود که دانش‌آموزان باید آن‌ها را بعد از آموزش یاد می‌گرفتند.

مشکل مربوط به آن‌ها باشد؟
کلاس هفتمی: نمی‌دانم!

دانش‌آموزان به درستی تشخیص داده شده که ممکن است علت آن خود کلمه‌ی «قند خون» باشد که بر «نوعی قند موجود در خون» اشاره دارد.

برداشت‌های نادرست درباره‌ی گردش خون

محقق: اشاره کردی که قند برای مصرف جذب می‌شود. چگونه می‌توانیم این کار را انجام دهیم؟
کلاس هفتمی: چه بگویم...؟ باید روش... دستگاه... گردش خون باشد.

محقق: منظورت از گردش خون چیست؟

کلاس هفتمی: خون... خون؟ خوب... نمی‌دانم.

محقق: خوب! گردش خون چگونه می‌تواند قند خون را برای مصرف به دست آورد؟

کلاس هفتمی: شاید... از طریق ضربان... درست است؟

در ارتباط با حفظ حالت پایدار، یک دانش‌آموز (کلاس هفتمی) فکر می‌کرد که حفظ حالت پایدار به معنی «یک اندازه‌ی خاص» است و هنگامی که مصاحبه‌گر بیش‌تر می‌پرسد، دانش‌آموز به یک «عدد ثابت» اشاره می‌کرد. یک دانش‌آموز کلاس هفتمی به اندیشه‌ی «استاندارد» برای ارائه‌ی مفهوم حفظ حالت پایدار اشاره کرد.

* حفظ حالت پایدار به معنی مقدار خاص

محقق: حفظ حالت پایدار چیست؟

کلاس هفتمی: خوب... همیشه یک مقدار مشخص دارد.

محقق: منظورت از مقدار مشخص چیست؟

کلاس هفتمی: مقدار مشخصی به معنی یک عدد ثابت است.

* اندیشه‌ی «استاندارد»

محقق: حفظ حالت پایدار چیست؟

کلاس هفتمی: حفظ حالت پایدار یعنی این که مقصدی وجود دارد... مانند یک استاندارد... وقتی بالاتر از حد استاندارد باشد، افراد بیماری دیابت می‌گیرند... باید آن استاندارد را داشته باشیم... که نمی‌تواند بسیار بالا یا بسیار پایین باشد.

بحث و مضامین آموزشی

این پژوهش آشکار می‌کند که نقشه‌های مفهومی می‌توانند مدل بیانی مؤثر و کارآمدی برای دانش‌آموزان باشند تا آن‌ها بتوانند مدل‌های ذهنی خود را با توجه به مفاهیم پیچیده و خلاصه، فراهم کنند. اگرچه دانش‌آموزان کلاس نهمی باید این محتوای آموزشی را برای ورود به دبیرستان مرور کنند، اما در مقایسه با دانش‌آموزان کلاس پایین‌تر، هنوز مفاهیم اندکی درباره‌ی حفظ حالت پایدار قند خون داشتند. فقط تعریف و جایگاه قند خون به وسیله‌ی همه‌ی

فهم دقیق حفظ حالت پایدار خون (مثلاً در ارتباط با انسولین، اپی نفرین و گلیکوژن) باید در آموزش مورد توجه بیش‌تری قرار گیرد، زیرا یادگیری و به‌خاطر سپاری آن برای دانش‌آموزان مشکل است. دانش‌آموزان کلاس هفتمی مدل‌های ذهنی کامل‌تری از حفظ حالت پایدار قند خون در مقایسه با کلاس نهمی‌ها داشتند. نکته‌ی جالبی که از نقشه‌های مفهومی دانش‌آموزان معلوم شد این بود که هیچ دانش‌آموزی مفهوم حفظ حالت پایدار را مستقیماً با مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون ربط نداده بود. به نظر می‌رسد که اگرچه دانش‌آموزان مفهوم حفظ حالت پایدار را می‌دانستند اما درباره‌ی ارتباط دادن آن با قند خون مشکلاتی داشتند. همان‌طور که قبلاً گفته شد، حفظ حالت پایدار مفهوم بسیار مهم و مشکل‌درزیست‌شناسی است. احتمال دارد معلمان هنگام تدریس حفظ حالت پایدار مثال‌هایی از زندگی روزمره مانند تنظیم تهویه‌ی هوا ارائه دهند که سبب شکل‌گیری اندیشه‌ی «عدد ثابت» در ذهن دانش‌آموزان شود. اکثر دانش‌آموزان از تجارب زندگی و رفتارهای برونی برای تفسیر مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون استفاده کردند، اما در ارائه‌ی فهم دقیق مفاهیمی مانند عملکرد انسولین، گلوکاگون و تنظیم قند خون مشکل داشتند.

آزوبیل (۱۹۶۳) و نوآک (۱۹۸۴) می‌گویند که مواد آموزشی باید مفهوم روشنی داشته و با دانش قبلی یادگیرنده مرتبط باشد و نقشه‌های مفهومی برای تعیین کردن دانش قبلی یادگیرنده قبل از هدایت فرایند یادگیری مفید است. بنابراین معلمان در ارتباط با مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون باید ذهنیت دانش‌آموزان را قبل از درس دادن بدانند و بر ارتباط بین دستگاه‌های گوارش، عصبی و دستگاه درون‌ریز و مفهوم حفظ حالت پایدار قند خون تأکید کنند. این درحالی است که نگاه میکرو (شامل گلیکوژن، گلوکاگون، انسولین و اپی نفرین) باید تقویت شود و معلمان تغییر شکل‌های بین‌گلوکز و گلیکوژن توجه کنند. می‌توان برای بهبود آموزش مفاهیم سخت و پیچیده‌ای مانند حفظ حالت پایدار قند خون بر اهمیت «مدل عمومی» اشاره کرد. دانش‌آموزان گرچه می‌توانند از طریق تجربه‌های زندگی روزمره سریع‌تر یاد بگیرند، اما معمولاً مشکلاتی در انتقال دانش بین‌رشته‌ای دارند. به همین سبب دست‌اندرکاران آموزش علوم باید به دانش‌آموزان کمک کنند تا مدل‌هایی عمومی برای بهبود یادگیری علوم به دست آورند.

زیرنویس

1. Ausubel 1963
2. Kenneth craik
3. Craik 1943

کاوشگری و کاربرد آن در تدریس زیست شناسی

صفرعلی موحدی مقدم
دبیر زیست شناسی سبزوار



کاوشگری نوعی روش یادگیری است که طی آن دانش آموزان با روش دانشمندان به کشف می پردازند. کاوشگری بر چند نوع است، مانند کاوشگری ساخته شده، کاوشگری هدایت شده و کاوشگری باز.

۱. کاوشگری ساخته شده^۱
در این نوع کاوشگری، یک مسأله و روش حل آن و همچنین لوازم و مطالب مورد نیاز را در اختیار دانش آموزان قرار می دهند، ولی نتایج به آنان داده نمی شود.

4. Coll and Treagust, 2003; Gentner and Stevens, 1983; Gilbert and Boulter 1998/2003; Johnson-laird, 1983.
5. Gilbert, Boulter 2000
6. Novak, Gowin 1984
7. Horton 1993, Stewart et al, 1979
8. Kinchin, 2000; Okebukda, 1992
9. Markham et al 1994, Stoddart, Abrams, Gasper and Canaday 2000
10. Soyibo, 1995
11. Ruiz primo and Shavelson, 1996
12. Johnson - Laird 1983
13. Homeostasis
14. Barrass, 1984; Nicoll, 2001; Simpson and Marek 1988; Westbrook and Marek 1992
15. Fred, James and William, 1982; Modell, 2000.
16. Authentic Learning

منبع
Shu-Nu Chang. Externalising Students' Mental Models Through Concept Maps; Journal of Biology Education; Vol. 41, No. 3, Summer 2007

- مراجع
1. Ausubel PD (1963). The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York: Grune & Stratton, Inc.
 2. Craik K (1943). Nature of Explanation. Cambridge: Cambridge university Press.
 3. Coll R. K. and Treagust DF (2003). Learners' Mental Models of Metallic Bonding: a cross-age study. science Education, 87(5), 685-707.
 4. Gilbert J K and Boulter G J (2000). Developing Models in Science Education. Dordrecht: kluwer Academic publishers.
 5. Novak J D and Gowin D B (1984). Learning How to Learn. Cambridge university Press.
 6. Horton P B (1993). An Investigation of the Effectiveness of Concept Mapping as an Instructional Tool. Science Education, 77(1), 95-111.
 7. Kinchin I M (2000). Concept-mapping Activities to Help Students Understand Photosynthesis-and Teachers Understand Students. School Science Review, 82(299), 11-14.
 8. Markham K M et al (1994). The Concept Map as a Research and Evaluation Tool: Further Evidence of Validity. Journal of Research in Science Teaching, 31(1), 91-101.
 9. Soyibo K (1995). Using Concept Maps to Analyze Text Book Presentations of Respiration. American Biology Teacher, 57(6), 344-351.
 10. Ruiz-Primo M A and Shavelson R J (1996). Problems and Issues in The Use of Concept Maps in Science Assessment. Journal of Research in science Teaching, 33, 569-600.
 11. Johnson-Laird P N (1983). Mental Models. Cambridge: Combridge University Press.
 12. Fred N F, James S and William L (1982). Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Content. Science Education, 66(4), 531-538.
 13. Barrass R (1984). Some Misconceptions and Misunderstandings Perpetuated by Teachers and Text Books of Biology. Journal of Biological Education, 18(3), 201-206.