

نظریه تغییر مفهومی

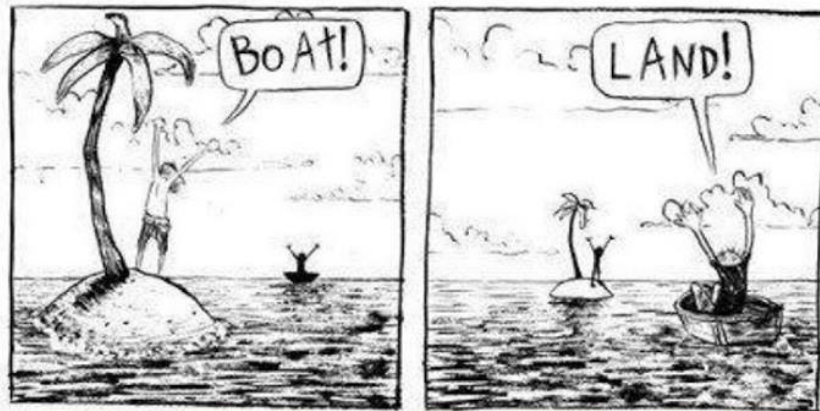
(سازوکارها و دلالت‌های برنامه درسی)

مسعود کیمیاگری

بهمن‌ماه ۱۳۹۷

تفاوت ساختن گرایی و رویکرد اکتشافی

ما حقیقت را درباره‌ی جهان کشف نمی‌کنیم ما توضیح‌ها را به وجود می‌آوریم، آن‌ها را با قدرت‌شان برای پیش‌بینی کردن جهان می‌آزماییم و بر اساس توانایی‌شان برای خدمت به ما، به گونه‌ای تغییرشان می‌دهیم.
و این کار را فردی و اجتماعی انجام می‌دهیم.



Perspective...

یک جهان خصوصی؟

- علت تغییر فصل‌ها، (با توجه به معکوس بودن فصول در دو نیمکره)
- علت تغییرات اهله‌ی قمر
- مقایسه‌ی نیروها هنگامی که یک توپ را شوت می‌کنیم یا توپ بولینگ به گلدان‌ها برخورد می‌کند.
- پرسش در مورد $F=m.a$: نیروی یک جسم به سنگینی آن و تند بودن حرکت‌اش بستگی دارد. نیرو به عنوان ویژگی یک جسم، جرم به عنوان سنگینی، شتاب به عنوان سرعت



اجماع در مورد این که ...

- آموزش زیادی تاثیری بر پاسخ درست به پرسش های کیفی ندارد، حتی برای آن ها که در مورد پرسش های کمی موفق اند به کار بردن الگوریتم های حل مسئله و به خاطر سپردن مفاهیم بدون **درک مفهوم**.
- پاسخ های نادرست به شکل **جایگزین** های خاصی دسته می شوند.
- معمولاً دانش آموزان در مورد **پاسخ های نادرست** شان مطمئن هستند.



کٲرفہمی ہا



انواع کثرفهمی‌ها: یکی از انواع دسته‌بندی‌ها

- ادراک‌های اولیه
- باورهای غیرعلمی
- بدفهمی‌های مفهومی
- کثرفهمی‌های زبانی: گرم‌تر به معنای این که جسمی گرمای بیش‌تری دارد.
- کثرفهمی‌های شهودی
- کثرفهمی‌هایی که کتاب‌های درسی ایجاد می‌کنند.

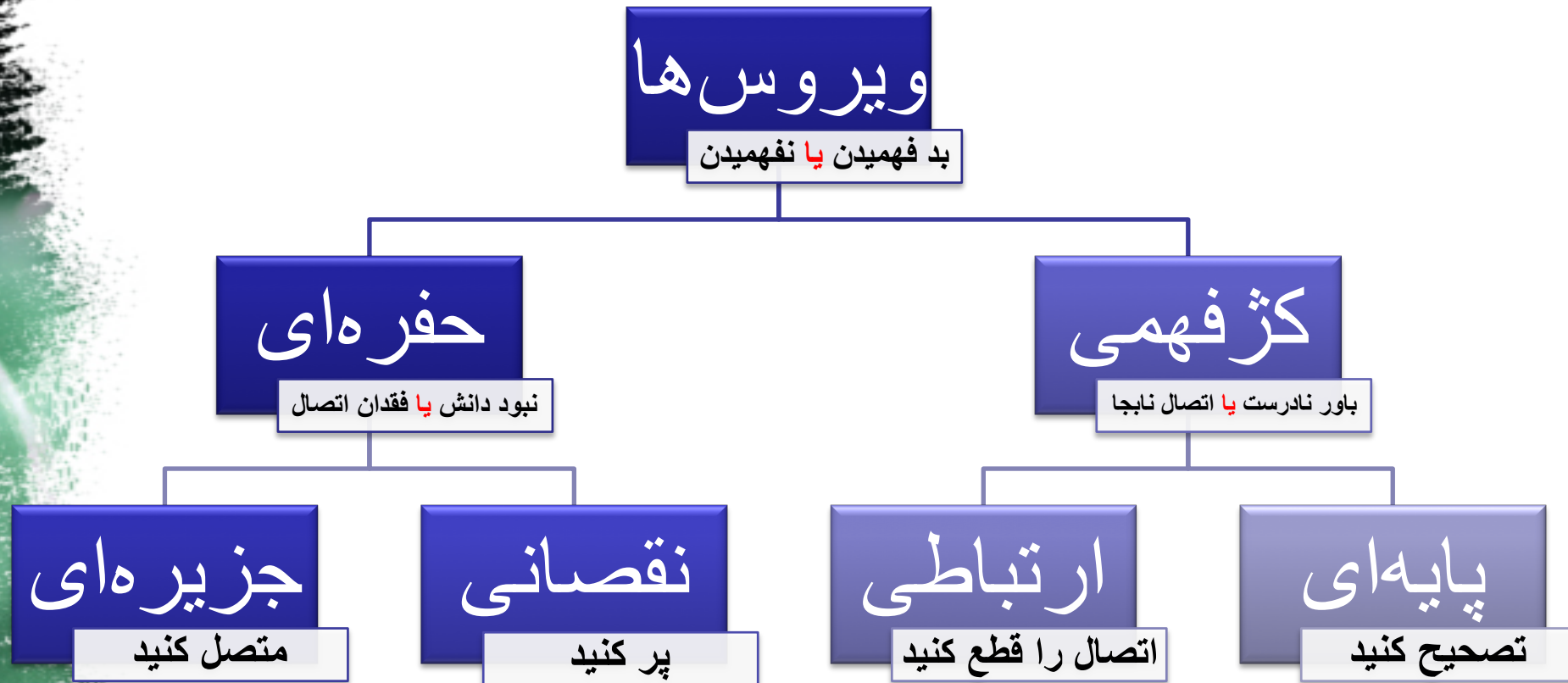


انواع کژفهمی‌ها: یکی از انواع دسته‌بندی‌ها

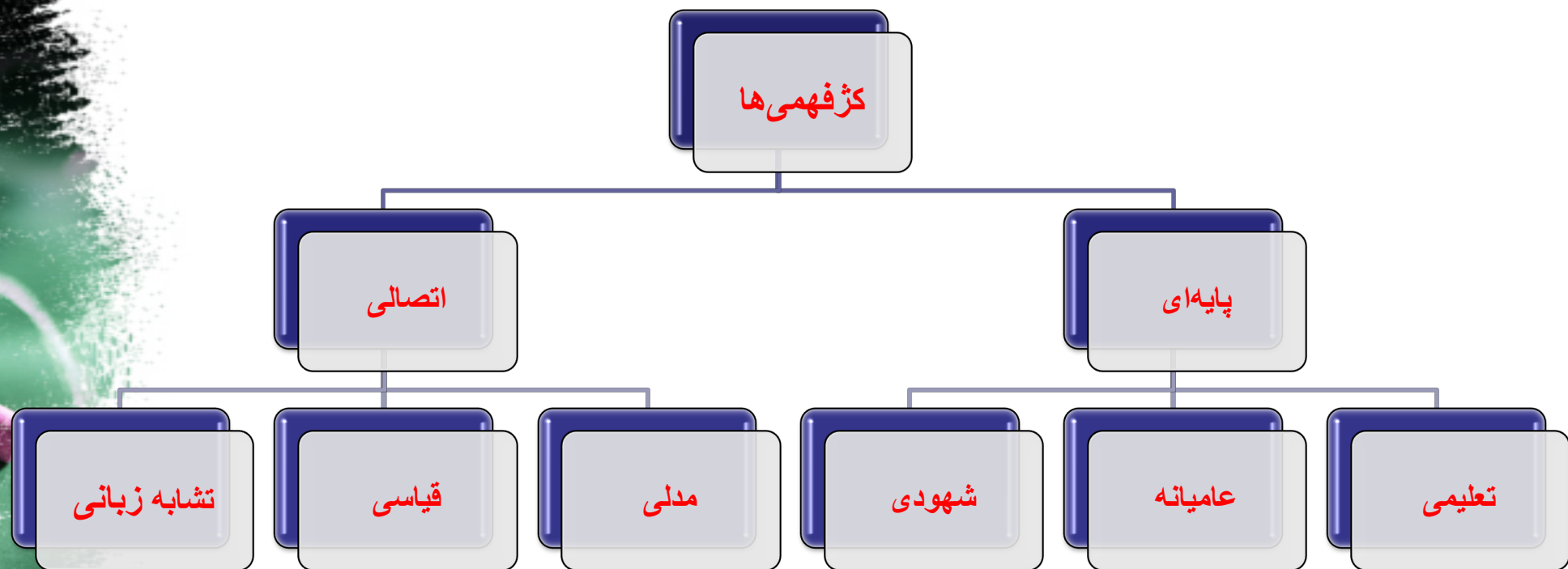
کژفهمی‌ها:

- محدودیت در زمینه: نمونه‌های کم در حین آموزش ارائه شده‌اند (گرانش زمین)
- سوء برداشت در هنگام یادگیری: تنفس و فتوسنتز
- قاعده شهودی: کلیت بیش از حد یک قاعده عمومی مانند تاثیر جغرافیایی بر دیدن ماه
- کژفهمی‌های واقعی: آبی بودن خون سیاهرگی یا چرخش آب درون وان در دو سوی استوا
- درک ناقص و یا مشکل در مورد مرتبط کردن مفاهیم: چیزهایی که نور را باز می‌تابانند، چرخه زندگی جان‌داران مختلف، جاذبه گرانشی و پتانسیل گرانشی
- ایده‌های شبه‌علمی: اختربینی، مثلث برمودا، انکار تغییرات اقلیمی، بلورهای التیام‌بخش
- باورهای فرهنگی یا مذهبی: آفرینش گرایی
- زبانی: تفاوت کاربرد واژه‌ها در علوم و زندگی روزمره، غذای گیاه، شتاب، تئوری، گرما

آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری



آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری



آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه‌ها:

اعتقاد به این که یک جسم به‌طور طبیعی بدون این که نیرویی بر آن اثر کند متوقف می‌شود. فیزیک مدرسه‌ای خلاف این را می‌گوید. علت این باور رایج تجربه‌های بچه‌ها است. آن‌ها دیده‌اند که وقتی چیزی را هل می‌دهند یا پرتاب می‌کنند پس از مدتی می‌ایستد. فیزیک‌دان‌ها این را با اصطکاک، مقاومت هوا و گرانش توضیح می‌دهند، اما بچه‌ها این عوامل را نیرو نمی‌دانند.

(۱) ← ← ۳ ۶: اشکال پایه‌ای - باور شهودی



آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه‌ها:

اعتقاد به این که واکنش بین یک اسید و یک باز همیشه محصولی خنثی به وجود می‌آورد. ممکن است تشابه نام خنثی کردن (neutralization) و خنثی (neutrality) عامل این بدفهمی باشد.

(۱) ← ۳ ← ۲: اشکال ارتباطی - تشابه زبانی



آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه‌ها:

یادگیرنده تصویری از ذرات جامد می‌کشد و با ترسیم خطی پیرامون آن سطح ماده را نشان می‌دهد. می‌توانیم این را نوعی اشکال جزیره‌ای تلقی کنیم که در آن ماهیت ذره‌ای به سطح تعمیم داده نشده است. اما مفیدتر است آن را فقدان دانش مناسب برای درک دنیای مولکولی بدانیم. در مقیاس میکروسکوپی سطوح لبه‌های ماده‌اند که از یک میدان خالص الکتریکی تشکیل شده‌اند. تجربه‌ها و مدل‌سازی‌های پیش‌تری نیاز داریم تا بچه‌ها بفهمند که سطح نوعی میدان نیرو است و ذره‌ها باتری‌های این میدان هستند.

(۱ ← ۲ ← ۴: اشکال نقصانی)



آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه‌ها:

اعتقاد به این که **موادی که یک درخت را می‌سازند از خاک سرچشمه گرفته‌اند**.
علوم زیستی به ما می‌آموزد کربن هوا از طریق فتوسنتز منبع اصلی است.
می‌توانیم این اشکال را نوعی درک شهودی بدانیم، اما سرچشمه‌ی اصلی آن
سخنان عامیانه در باره‌ی غذای گیاه و تغذیه‌ی گیاهان است.

(۱) ← ۳ ← ۶: اشکال پایه‌ای - باور عامیانه



آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه‌ها:

اعتقاد به این که هسته‌ی اتم نیرویی تولید می‌کند که به‌طور مساوی بین الکترون‌هایی که به دورش می‌چرخند توزیع می‌شود. معلم شیمی می‌داند بچه‌ها قانون کولن را در فیزیک‌شان آموخته‌اند و تصور می‌کند آن‌ها درک می‌کنند که این اصول در این جا هم قابل استفاده‌اند. اما بچه‌ها این به‌طور خودکار این قانون را در زمینه‌ی خاص اتمی به کار نمی‌برند.

(۱) ← ۲ ← ۵: اشکال جزیره‌ای



آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

تشخیص افتراقی به کمک کلید دوراهی:

۱- منابع داده ها مانند آن چه دانش آموز یادداشت کرده نشان می دهند: محتوای تازه را بر اساس آموخته های پیشین درک نکرده (۲)، یا آن چه یاد گرفته با هدف شما تفاوت دارد؟ (۳)

۲- دانش آموز نتوانسته محتوای تدریس را به آموخته های اش پیوند دهد. زیرا: مفاهیمی را که پایه ی یادگیری تازه است را نمی داند؟ (۴)، یا نتوانسته آن ها را به محتوای جدید ارتباط دهد؟ (۵)

۳- بچه ها در حین آموزش دچار بدفهمی شده اند. زیرا: باورهای دیگری دارند که علمی نیست اند؟ (۶) یا محتوا را به قسمتی از دانش شان پیوند زده اند که نامرتبط است؟ (۷)

۴- دانش آموز دانش قبلی لازم را ندارد. پیش از درک محتوای تازه باید با کار درمانی مناسب حفره ها پر شوند.

آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

۵- دانش‌آموز آن‌چه را معلم به عنوان مبنای ارائه‌ی محتوای تازه در نظر گرفته است می‌داند، اما نمی‌تواند از آن برای درک موضوع کمک بگیرد. معلم باید ارتباط‌ها را روشن‌تر کند و نوع ارتباط آموخته‌های قبلی‌اش را با مفاهیم جدید به او نشان دهد.

۶- یادگیرنده باورها و نوعی چهارچوب ذهنی جایگزین دارد که با برنامه‌ی درسی در تعارض‌اند. برای درمان، پیشنهاد‌های متفاوتی وجود دارند: الف) با آن‌ها روبه‌رو شویم و غلط بودن‌شان را به بچه‌ها نشان دهیم. ب) به بچه‌ها کمک کنیم این باورها را تغییر دهند و آن‌ها را به دانش مطلوب‌مان نزدیک‌تر کنند. پ) به بچه‌ها کمک کنیم آن را فراموش کنند و با باورهای منسجم‌تر و علمی مفیدتر جایگزین‌اش کنند.

آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

۷- ارتباطی که یادگیرنده بین دانش قبلی و محتوای جدید برقرار می‌کند نادرست است. معلم‌ها بچه‌ها را تشویق می‌کنند **ارتباط‌ها را ببینند** و پیشرفت دانش تجربی به بینش خلاقانه‌ای بستگی دارد که به این ارتباط‌ها توجه می‌کند. در این جا معلم باید روشن کند که این اتصال مناسب نیست.



آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه ها:

نمونه	توضیح
شادی نمی تواند ساختار مناسبی برای مولکول PF_5 پیشنهاد کند. او پیش تر یاد گرفته که اتم ها در لایه ی ظرفیت شان می توانند تا 8 الکترون به اشتراک بگذارند.	آموزش نادرست قبلی یک اشکال یادگیری تعلیمی به وجود آورده است.

آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه ها:

نمونه	توضیح
پویان نمی فهمد چرا تابش فرابنفش می تواند نسبت به پرتوهای فروسرخ به طور بالقوه آسیب بیشتری ایجاد کند. (او می داند فرکانس تابش های فرابنفش بیشتر است.)	ممکن است دانش قبلی در مورد رابطه ی فرکانس و انرژی ($E=hf$) ناقص باشد. اشکال یادگیری نقصانی

آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه ها:

نمونه	توضیح
رژین می گوید او می داند که فضانوردان شاتل های فضایی به خاطر سفر به بیرون میدان گرانشی زمین آن طور که در فیلم ها می بینیم در کابین شناورند.	در این مورد دانش سرچشمه گرفته از باورهای نادرست عامیانه موجب بروز اشکال شهودی در یادگیری شده است.

آسیب‌شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه‌ها:

نمونه	توضیح
میعاد تصور می‌کند PH محلولی از اتانات پتاسیم در حدود 7 است، چون محصول واکنشی است که معلم‌شان خنثی شدن نامیده است.	در این جا نوعی ارتباط نامناسب به خاطر نوعی تشابه زبانی (محصول خنثی شدن، خنثی است) ویروس یادگیری است.

آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه ها:

نمونه	توضیح
الناز نمی تواند نمی تواند تفاوت تغییر فیزیکی و شیمیایی را بفهمد. او نمی تواند بپذیرد که یخ سفت و سرد و آب زلال و جاری یک نوع ماده باشند.	در این جا یک تعبیر عام از پدیده های روزمره نوعی اشکال یادگیری شهودی ایجاد کرده است.

آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه ها:

نمونه	توضیح
حسین آموخته است که می توان فرآیند فتوسنتز را با یک معادله ی ساده ی شیمیایی نشان داد. او نمی فهمد که چرا این فرآیند چند مرحله ای است.	در این جا یادگیرنده متوجه ساده سازی در مدل سازی فتوسنتز نیست. او نمی داند می توان یک پدیده ی پیچیده را در سطوح مختلف پیچیدگی مدل سازی کرد.

آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه ها:

نمونه	توضیح
الهام می‌داند آنزیم‌ها که واکنش‌ها را کاتالیز می‌کنند در دمایی بیش‌تر از یک دمای خاص تاثیرشان را از دست می‌دهند، اما نمی‌فهمد چرا در دمایی کمتر از آن نقطه عملکردشان افزایش می‌یابد.	در این مورد فرد باید این مورد پیچیده‌ی زیست‌شناختی را با مدل سینتیک شیمیایی توضیح دهد. در این‌جا نوعی اشکال یادگیری جزیره‌ای وجود دارد.

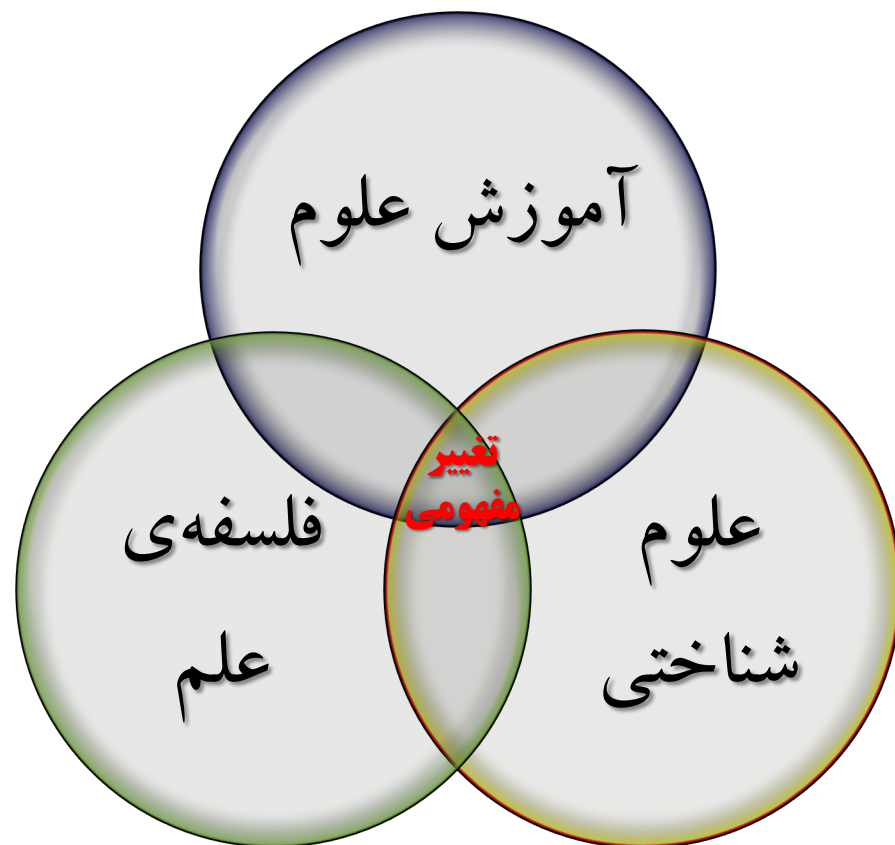
آسیب شناسی یادگیری علوم و فناوری

نمونه ها:

نمونه	توضیح
پرهام تصور می کند دو نوع ذره ی مغناطیسی وجود دارد که آن ها را شمال و جنوب مغناطیسی می نامد. این دو نوع در همه ی مواد وجود دارند اما مقدارشان در مواد غیر مغناطیسی متوازن نیست.	در این جا ایجاد ارتباط نادرست به خاطر مقایسه ی نیروهای الکتریکی و مغناطیسی به وجود آمده است. ویژگی های بارهای الکتریکی به طور نادرستی به حیطه ی مغناطیس تعمیم داده شده اند.

تغییر مفهومی
دیدگاه‌ها، الزام‌های برنامه‌ی
درسی و راهبردهای آموزشی

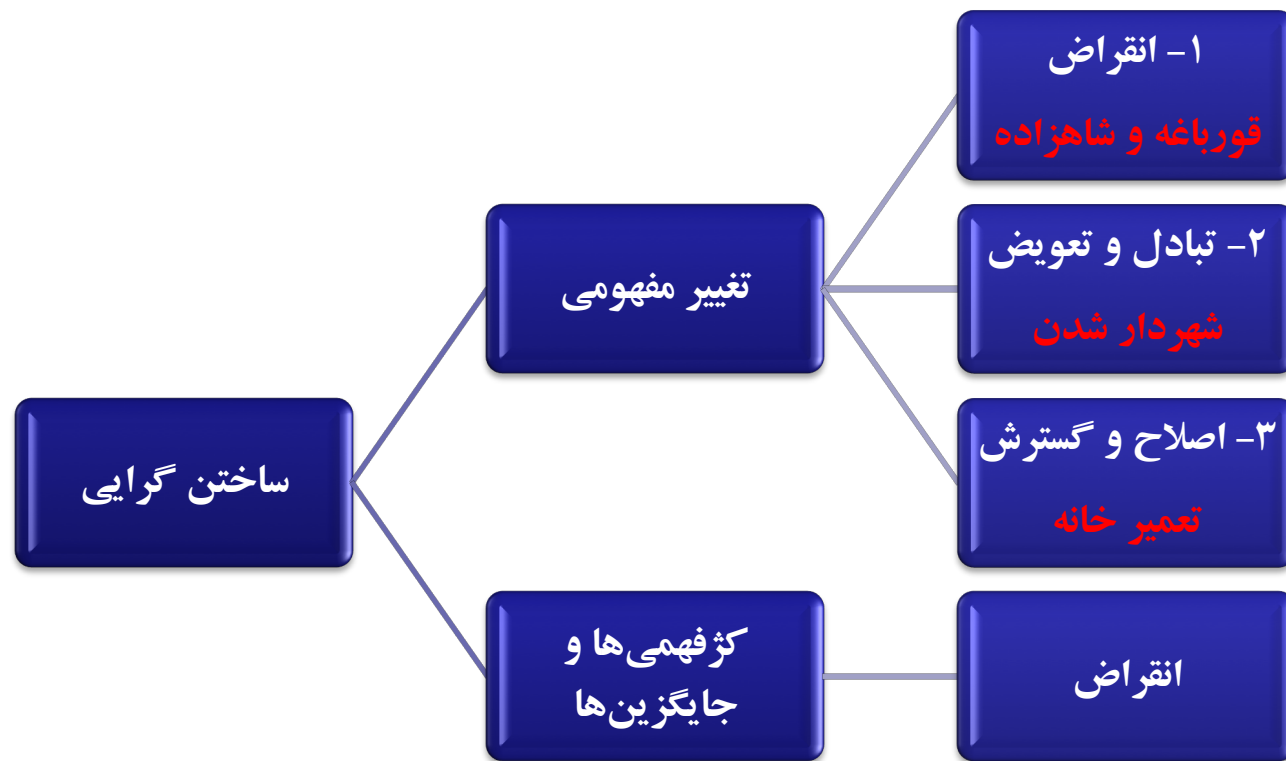




پرسش‌های مهم

- تغییر مفهومی چیست؟
- مفهوم‌سازهای (conception) دانش‌آموزان کدام‌اند؟
- و چگونه تغییر می‌کنند؟

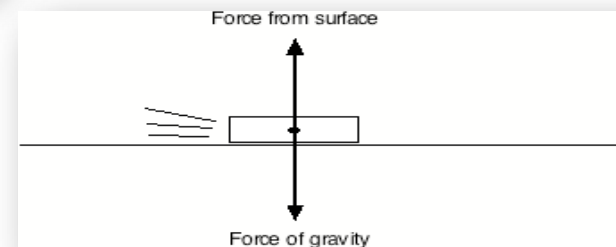
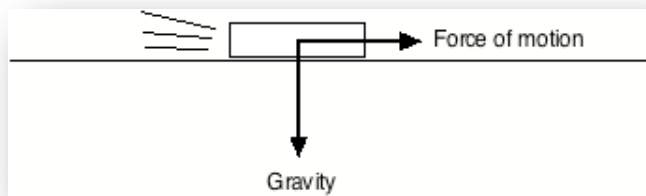




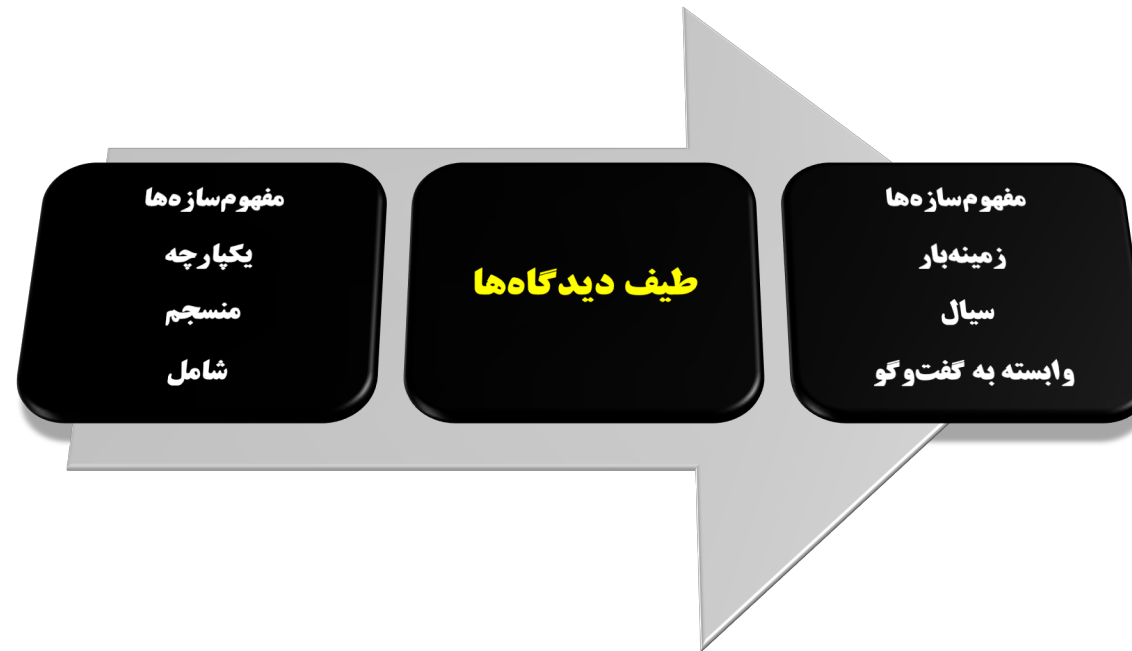
مثال: چون میز وجود دارد کتاب روی آن می ماند تغییر ۲ و ۳ میز نیرویی رو به بالا به کتاب وارد می کند.

یک مثال برای ارایه‌ی دیدگاه‌ها

- یک آجر بر روی یک سطح بدون اصطکاک با سرعت ثابت حرکت می‌کند نیروهای موثر بر آن را نشان دهید و چگونگی حرکت‌اش را توصیف کنید.



طیف دیدگاه‌ها در مورد ماهیت تغییر مفهومی



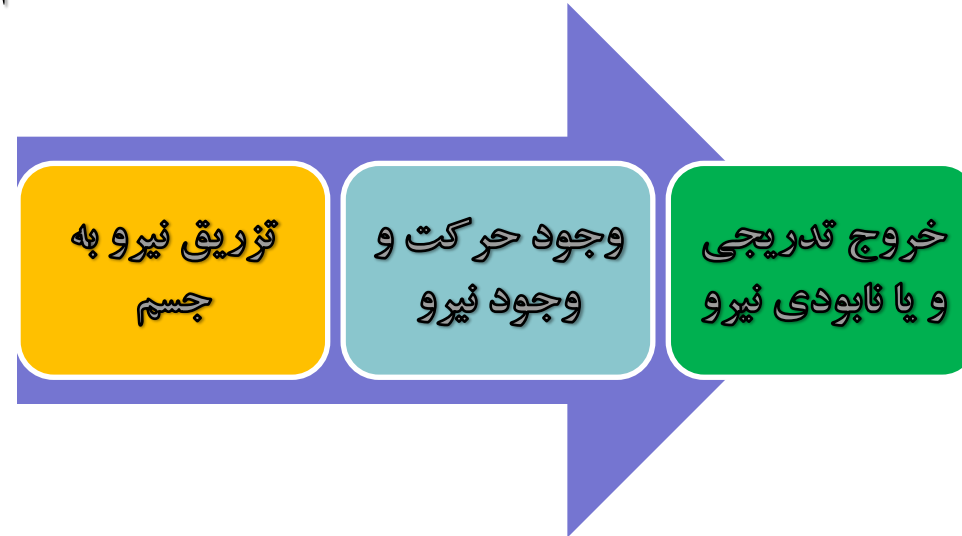
تغییرات مفهومی و راهبردهای آموزشی

ویژگی‌ها	دانش به عنوان تئوری	دانش به عنوان عناصر مجزا
ساختار دانش اولیه	چهارچوب‌های بزرگ	اجزای نیمه مستقل
مقیاس تغییر	انقلابی و کل‌گرا	اصلاحی و در طول زمان
میزان انسجام	انسجام در زمینه‌های گوناگون	زمینه‌بار بودن زیاد



دیدگاه: ایده‌های دانش‌آموزان همانند نظریه‌ها در تاریخ علم

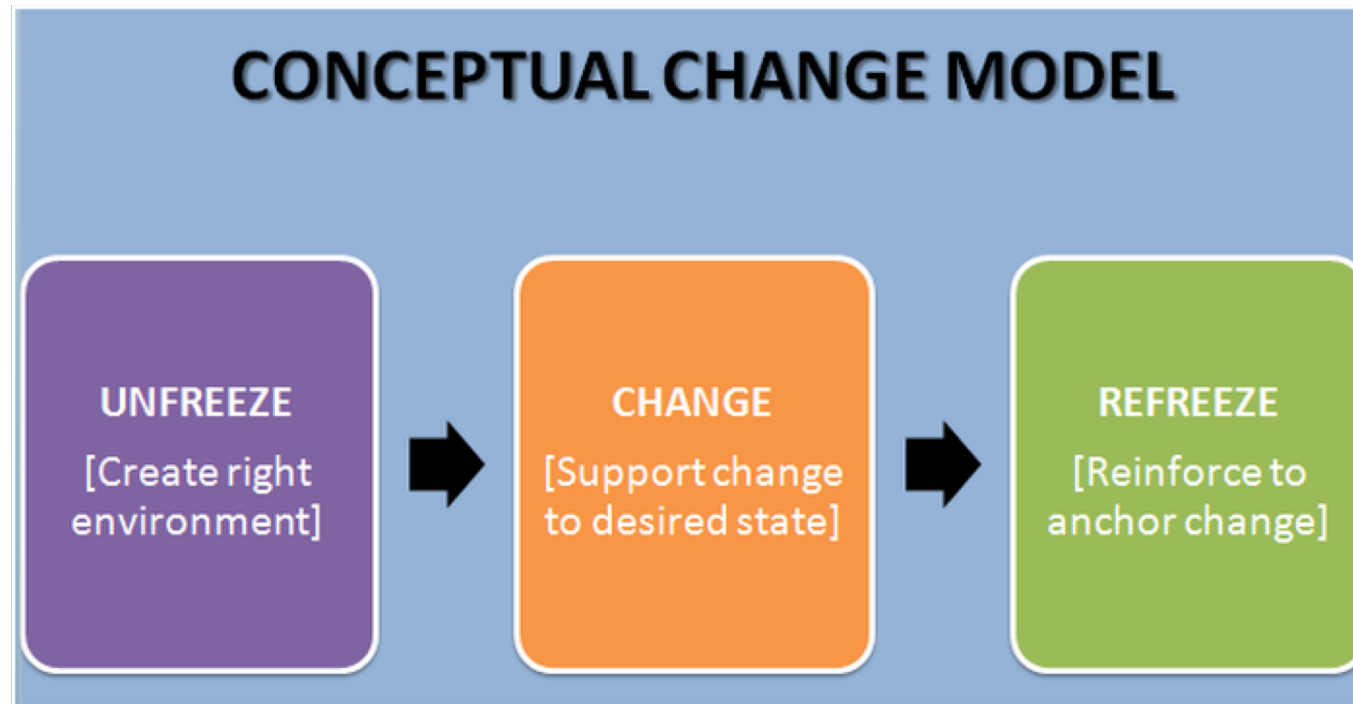
- مثال مقایسه‌ی ایده‌های بچه‌ها در مورد حرکت و نیرو با تئوری انگیختار (impetus theory)
- تغییر مفهومی به عنوان یک فرآیند قابل قیاس با مدل کوهن (انقلاب‌ها و پارادایم‌ها)



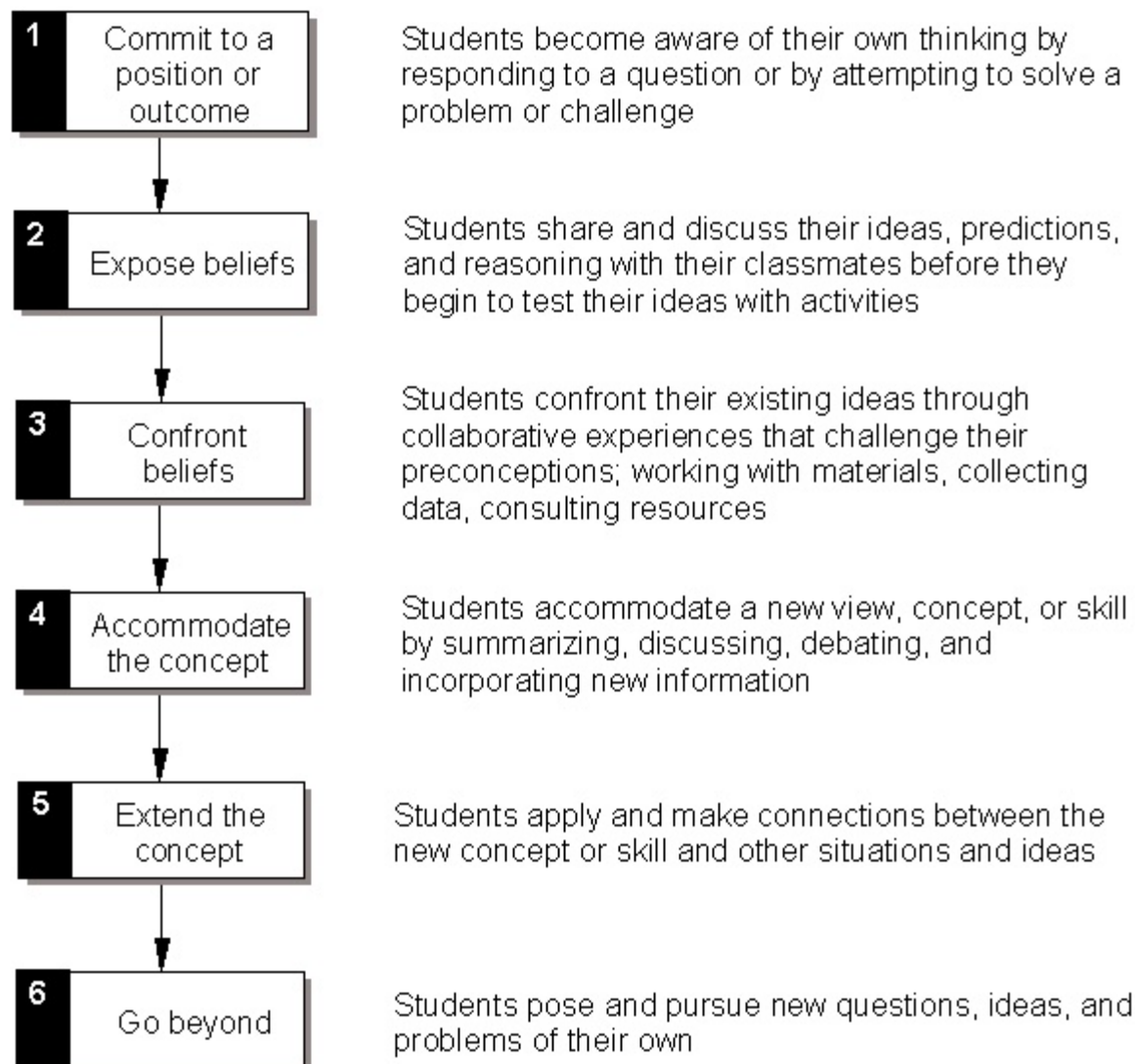
یک مدل آموزشی برای تغییر مفهومی

الزامات وقوع تغییر:

- ❖ نارضایتی از تئوری موجود (ناسازگاری با شواهد تازه، تجارب ناهمخوان)
- ❖ معرفی تئوری تازه که **قابل درک**، **پذیرفتنی** و **بارور** (تولید پیش‌بینی‌های تازه) باشد.



یک مدل آموزشی برای تغییر مفهومی



اشکال‌ها ...

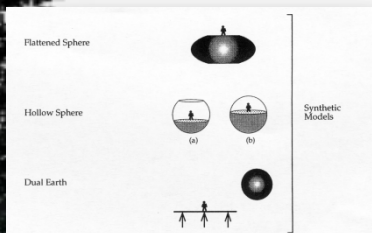
- تفکر دانش آموزان آن‌قدرها (مانند دانشمندان) منطقی و منسجم نیست.
- توضیح‌های دانش آموزان مانند دانشمندان نظام‌مند و تعمیدی نیست.
- گاهی در نظر گرفتن دانش آموزان به عنوان لوح‌های کثیفی که پاک کردن‌شان دشوار است. توجه به کثرفهمی‌ها ممکن است معلم‌ها دچار این کثرفهمی شوند که بچه‌ها با کثرفهمی‌های آشکار وارد کلاس می‌شوند.
- در برخی محیط‌ها موثر نبوده است (Strike and Posner, 1992).
- دانش آموزان ممکن است تصور کنند علوم **غیرشهودی** است و نباید انتظار **معنی‌دار بودن** داشته باشند.

الزامهای برنامه‌ی درسی ...

- ایجاد زمینه برای استخراج ایده‌ها
- ایجاد موقعیت‌هایی برای ناهمخوانی
- بررسی شواهد و استدلال چون و چرایی



تئوری چهارچوبی (framework theory) ...



- هسته‌ای که مشاهدات و دانش پیرامون آن سازمان یافته است.
- یکپارچه نیست‌اند ولی زاینده‌اند. مانند: **ایده‌ی زمین تنگ**
ماهی + زمین توپ مانند = وجود بالا و پایین جهانی به کار بردن در استدلال‌ها
- هر مفهوم سازه اجزایی مانند پیش فرض‌های نهفته، مشاهده‌ها، جنبه‌های فراشناختی و ... دارد.
- پیش‌بینی: یکسان بودن پاسخ‌های بچه‌ها در دسته‌ای از موقعیت‌ها (اما، پژوهش همیشه این را تایید نمی‌کند)

دیدگاه: ایده‌های دانش‌آموزان سرچشمه گرفته از مفهوم سازه‌های نهفته

- ایده‌های دانش‌آموزان تئوری‌مانندهایی (theory-like) هستند که از ناخودآگاه‌شان منشاء می‌گیرند. ایده‌ها به منزله‌ی پیش‌فرض‌هایی (presupposition) با انسجام روان‌شناختی.
- نمونه‌ها: آزمایش‌های توجه در مورد اطفال و کودکان، انتظارات مشابه بزرگسالان در آزمودنی‌ها مثل شگفتی از عبور اجسام از میان هم، حرکت خودبه‌خود مواد غیرزنده (تئوری اینرسی بچه‌ها) و ...
- این تئوری‌های ذاتی (naïve theory) پایه‌ای برای درک و استدلال محسوب می‌شوند.

مثال: آجری که ...

- داشتن یک تئوری چهارچوبی مستتر شامل پیش فرض هایی مانند این که سکون حالت طبیعی اجسام است، حرکت نیاز به توضیح دارد، ماهیت های انتزاعی مثل نیرو، وزن، گرما و ... ویژگی های اجسام اند.
- تغییر مفهومی مستلزم تغییر در این پیش فرض ها است.



دیدگاه: ایده‌های دانش‌آموزان به عنوان شیوه‌های گفتمان

- سیالیت و زمینه‌بار بودن گفت‌وگوی دانش‌آموزان در مورد پدیده‌ها، مورد توجه است.
- توضیح‌های دانش‌آموزان به پویایی‌های تعامل‌های اجتماعی وابسته است.
- مفاهیم هویت‌های ذهنی نیست‌اند بلکه ابزارهایی برای برهمکنش‌های اجتماعی هستند.
- مفهوم در زمینه‌های فرهنگی-اجتماعی متفاوت، متفاوت هستند.



مثال: اگر آجری ...

- دانش‌آموزان در کلاس به گونه‌ی دیگری گفت‌وگو می‌کنند، اما هنگامی که با دوستان در مورد بازی‌ها کی صحبت می‌کند ممکن است بگویند این راکت نیروی زیادی دارد و هنگام برخورد آسیب زیادی به وجود می‌آورد.
- در گفت‌وگوی روزانه استفاده از مدل زمین مرکزی عادی است اما در مباحثات علمی از مدل خورشید مرکزی استفاده می‌کنیم. حتی ستاره‌شناس‌ها هنگام بیان مختصات یک ستاره از مدل زمین مرکزی استفاده می‌کنند.
- مهم این است که کدام دیدگاه مفهومی برای گفتمان مناسب‌تر است.

اشکال‌ها

- نادیده گرفتن دینامیسم شناختی
- پویایی‌های مفهومی و گفتمانی وابستگی متقابل دارند.



دیدگاه: ایده‌های دانش‌آموزان مجموعه‌ای از آغازی‌ها (بنیادها)

- **عناصر ابتدایی** درک شهودی که ماده‌ی خام درک متخصصانه‌اند به جای تئوری‌های شهودی و چهارچوب‌ها (Andrea diSessa)
- دانش شهودی دانش‌آموزان از **واحدهای بنیادی** به نام **p-prims** (phenomenological primitives) ساخته شده است. پدیدارشناختی به این دلیل که انتزاع‌های حداقّلی از تجارب مرتبط با پدیده‌های آشنا، هستند. و بنیادی به خاطر این که در قاعده‌ی هر توضیحی قرار می‌گیرند.

بنیادی‌ها زمینه‌بار هستند.

- بر خلاف دو دیدگاه قبلی بنیادی‌ها می‌توانند در زمینه‌های مختلف **فعال** یا **غیرفعال** شوند.
- مثال: کثرفهمی «نیرو، حرکت به وجود می‌آورد»



مثال: اگر آجری

- فعال شدن بنیادی‌های **نیروی مداوم و حمایت**
- هر پرسشی بنیادی خاصی را فعال می‌کند، مثلاً اگر به جای پرسیدن درباره‌ی آجر از دانه ریگی که روی آجر است پرسیم، ممکن است پاسخ‌هایی بدهند که حاصل فعال شدن این بنیادی‌ها نیست.
- مثال: اگر در مورد مسافران درون خودرو پرسیم بنیادی نیروی مداوم فعال نمی‌شود، ولی اگر در مورد خود اتومبیل پرسیم این بنیادی معمولاً فعال خواهد شد.



عناصر سامانه: p-prims

- استدلال را مقید نمی کنند چون ممکن است خاموش باشند.
- مهم این است که کی و چگونه فعال شوند پس نیاز به بازنگری ندارند.
- می توان آن ها را به عناصر کوچک تری تجزیه کرد.





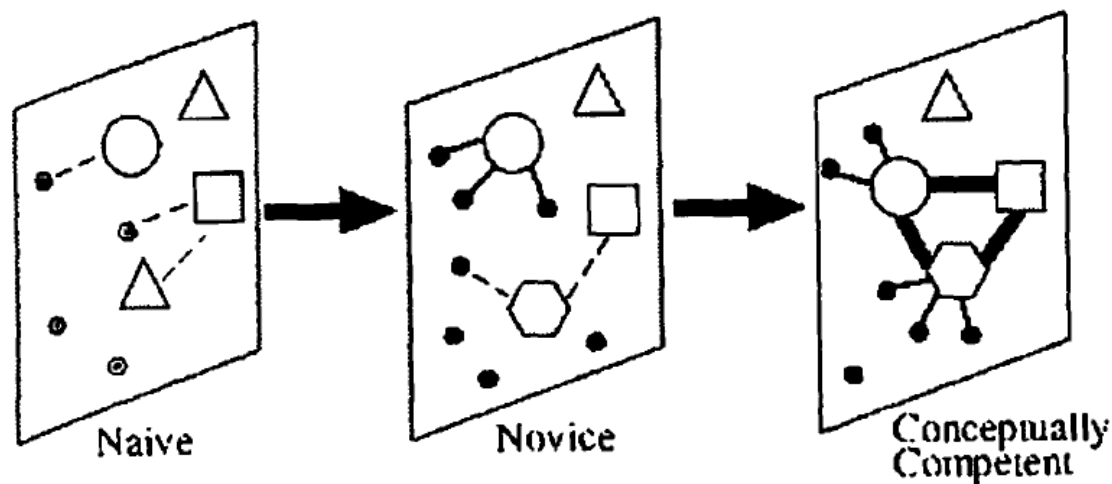
- توسط Andrea diSessa ابداع شدند.
- نماینده‌ی یک مفهوم رسمی آموزشی نیست‌اند.
- هر کدام یک پدیده را توصیف می‌کنند.
- تکه‌ای از دانش شهودی فرد بر اساس مشاهدات شخصی اوست.
- متکی بر استدلال نیرومند نیست‌اند.
- مثال: زمین از خورشید بزرگ‌تر است.
- در زندگی روزمره مفیدند، مثلاً استفاده از توپ برای پوشاندن خورشید.

- نوعی انتزاع بدوی از پدیده‌های شهودی روزانه
- نسبت به قوانین علمی شهودی تراند و حتی ممکن است ناخودآگاه باشند.
- در تغییر مفهومی، نحوه‌ی فعال شدن‌شان تغییر می‌کند، و در جاهای مختلف به طور متفاوتی به کار می‌روند، دچار تغییر تقدم می‌شوند.
- از طریق تجربه، آزمایش و نمایش بازآرایی می‌شوند.



- هر کدام ابزار کوچکی برای حل مسئله هستند و یک یا چند تجربه‌ی کوچک را توضیح می‌دهد.
- مثال: زیادت‌ر موجب نتیجه‌ی بهتر می‌شود (بیش‌تر بهتر است). مثلاً ظرف هر چه بیش‌تر روی اجاق بماند داغ و داغ‌تر می‌شود (حتی داغ‌تر از خود منبع گرم‌کننده)

CONCEPTUAL DEVELOPMENT



علاوه بر p-prim ها، دسته‌بندی و الگوسازی هم به درک مفاهیم علمی کمک می‌کنند. اما تازه کارها، به کمک آنها با سرعت بیش‌تری دنیا را برای خودشان معنی‌دار می‌کنند. P-prim ها یک چهارچوب منسجم ذهنی نمی‌سازند ولی در هنگام حل مسئله فعال می‌شوند و در موارد شهودی توضیح تولید می‌کنند. دو ویژگی:

- **تناسب و سودبخشی:** متناسب با زمینه فعال می‌شوند.
- **پایایی:** در مقابل تغییر مقاومند.

مثال‌هایی از P-prim ها (فیزیک مکانیک)

- گرم کردن (warming up): چیزها برای رسیدن به حداکثر مانند سرعت یا تغییر به زمان نیاز دارند. در مورد پدیده‌هایی مانند نور نامتناسب‌اند. این عنصر موجب می‌شود تا فیزیک‌دان آماتور تصور کند توپ پس از ترک دست پرتاب‌کننده نیز مدتی طول می‌کشد تا به حداکثر سرعت برسد.
- مکش یا کشش خلاء: مثل نوشیدن نوشابه با نی، این که طبیعت از خلاء تنفر دارد به جای اختلاف فشار هوا.
- نیرو به عنوان به حرکت در آورنده: هل دادن یک جسم از حالت سکون موجب می‌شود در جهت هل دادن به حرکت در آید. در مورد هل دادن جسم متحرک این کار موجب می‌شود این نیرو با نیروی درونی آن ترکیب شود

مثال‌هایی از P-prim ها (فیزیک مکانیک)

- هل دادن مداوم: مرتبط با عنصر قبلی، حتی پس از قطع تماس با به حرکت درآورنده، نوعی نیرو جسم را هل می‌دهد (نیرو را به عنوان علی در نظر می‌گیرد). برای تداوم یک حرکت ثابت حتی بدون شتاب، نیرو لازم است. این نیروی درونی (impetus) حاصل هل دادن خارجی است. در مورد هل دادن فئجان روی میز نامتناسب و در مورد تاثیر نیروی گرانش محیطی غنی ایجاد می‌کند.
- اهم: سه عنصر مهم محرک، مقاومت و نتیجه را در نظر می‌گیریم. اگر مقاومت زیاد باشد افزایش نتیجه با این عنصر نامتناسب است.
- مقاومت: گاهی جسمی را هل می‌دهیم و حرکت نمی‌کند یا چهارچرخه‌ای را که به یک نخ متصل شده است را می‌کشیم و نخ پاره می‌شود. بر اساس این عنصر نیرو و مقاومت با هم رقابت می‌کنند. از نظر فیزیکدان شهودی دیوار مقاومت دارد.

P-prim ته کشیدن (dying away): برای بچه‌ها توقف توپ در حرکت رو به بالا نیاز به توضیح ندارد. دانش‌آموزان معتقدند گرانش از نیروی بالابرنده‌ی توپ می‌کاهد و در اوج دو نیرو مساوی می‌شوند. از این نوع علیّت می‌توان برای کمک به درک دانش‌آموزان در مورد بقای انرژی و مفهوم اندازه حرکت استفاده کرد.

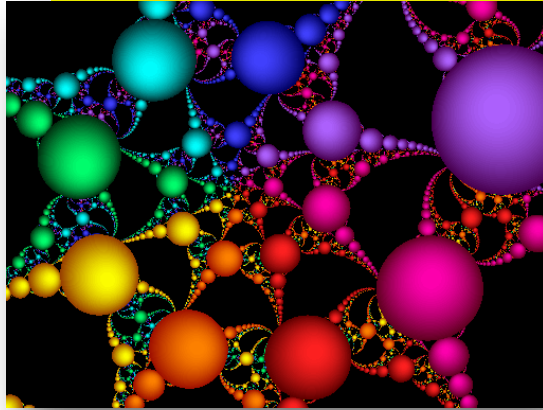


الزام‌های برنامه‌ی درسی ...

- برای تغییر مفهومی به افزودن بنیادی‌های تازه گاهی تغییر بنیادی‌ها از نظر تقدم فعال شدن‌شان، نیاز داریم.
- نیازی نیست که بنیادی‌ها را از نظر معناگرایانه تغییر دهیم.



دیدگاه: تلفیق بر اساس مدل سامانه‌های پیچیده



نظریه‌ی سامانه‌های پیچیده (complex systems):

- معمولاً اجزای زیاد دارند،
 - برهمکنش‌های تصادفی بین اجزا موجب ایجاد نظم و ساختارهای نیرومند می‌شود (ساختار و انسجام).
 - غیرخطی بودن (تغییر کوچک و پیامدهای نامتناسب)
 - پس از زمانی الگوهای بزرگ مقیاس به وجود می‌آیند (attractor)
- مثال: استعاره‌ی میهمانی و تشکیل گروه‌ها، تغییر گروه‌ها، تاثیر عوامل محیطی

سامانه‌ها پویا اما مولد الگوهای پایدار

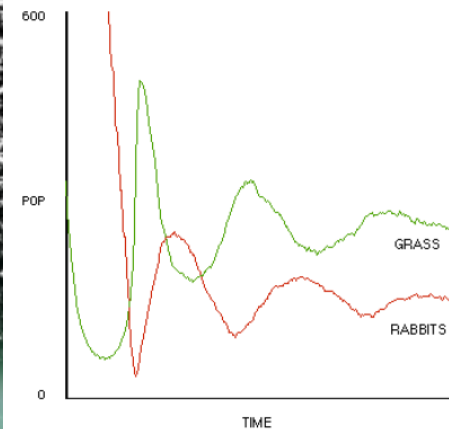


Figure 3: The populations of rabbits and grass swing through extreme highs and lows before, in this case, tending toward dynamic equilibrium values (an "attractor state"). From a NetLogo simulation (see Wilensky, 2001).

- اجزای مفهومی
- پویایی سامانه
- ایجاد الگوها و پایداری‌ها: attractor
- توجیه ثبات و تغییر هم‌زمان
- نمونه‌ها: انتشار بیماری‌ها، کنش سلولی، واکنش‌های شیمیایی، رکود اقتصادی.



تغییرات مفهومی به عنوان سامانه‌ای پویا و پیچیده

تغییر مفهومی	سامانه‌ی پیچیده
مقاومت دانش آموزان در مقابل تغییر ایده‌های شان	بروز الگوهای نسبتا پایدار
عناصر مفهومی کوچک‌تر هم پویایی دارند	عناصر پایین‌دستی هم متغیر هستند
گاهی عدم تاثیر آموزش زیاد	غیر خطی بودن
تغییر در سطوح بالاتر مانند سطح اجتماعی- فرهنگی	تغییر در سطوح بالادستی



تبدیل پارادایم کژفهمی‌ها به پارادایم سامانه‌ی پویا و پیچیده

- کژفهمی‌ها یا مفاهیم جایگزین مانع یادگیری می‌شوند.
- آن‌ها را با ایجاد مسئله، مشاهده‌ی دانش‌آموزان در حین کار، طراحی ابزارهایی برای درک مفهومی، جمع‌آوری داده‌های کیفی در مورد شیوه‌های گوناگون استدلال دانش‌آموزان بررسی می‌کنند.
- آگاهی معلم از مفهوم سازه‌های دانش‌آموزان به تسهیل تغییر مفهومی کمک می‌کند.
- واداشتن دانش‌آموزان به تامل در مورد مفهوم سازه‌های شان (فراشناخت)



دلالت‌های دیدگاه سامانه‌ی پیچیده

- کمیت آموزش تاثیر زیادی بر ایده‌های نامتناسب دانش‌آموزان ندارد.
- توجه همزمان پایداری و سیالیت: الگوهای نیرومندی که حاصل بروز پایداری در سامانه‌اند. برخی از این الگوها در شرایط خاصی ظهور می‌کنند و برخی هم در شرایط متنوعی بروز می‌کنند. مثلاً در فرهنگ‌های مختلف، بر این باورند اجسامی هستند که نیروی بیش‌تری دارند پس نیروی بیش‌تری وارد می‌کنند.
- تمرکز آموزش باید بر این باشد که دانش‌آموزان در مورد دیدگاه‌های خودشان و سایر دیدگاه‌های متفاوت تأمل کنند (وابستگی پایداری‌های مفهومی و فراشناخت).

دلالت‌های آموزشی

- پویایی مفهومی دانش‌آموزان نشانگر سیالیت و زمینه‌بار بودن است: در بسیاری از موارد پاسخ دانش‌آموزان به یک مسئله به زمینه‌ای بستگی دارد که مسئله در آن عرضه می‌شود. برای مثال دانش‌آموزان در مورد نوسان آونگ (اگر فرکانس زیاد و دامنه کم باشد) کلمه‌ی سریع را به کار می‌برند اما در مورد سرعت خطی این واژه را درست به کار می‌برند.
- آموزش باید این سیالیت و زمینه‌بار بودن را در نظر بگیرد: بهتر است به جای متمرکز شدن بر کثرفهمی‌ها به آن‌ها کمک کنیم سایر توضیح‌های موجود را مقایسه کنند.



دلالت‌های آموزشی

- استفاده از مقایسه و مدل‌ها: دانش آموزان منابعی در برخی از زمینه‌ها دارند که می‌توانند آن‌ها را در زمینه‌ای دیگر به کار ببرند یعنی با ایجاد ارتباط بین اجزای مختلف یک سامانه‌ی شناختی پایداری‌های تازه‌ای به وجود آورند (استفاده از لنگرگاه‌های مفهومی و مقایسه‌های پل‌زننده)

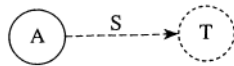


Figure 5. Simple model of analogical reasoning.

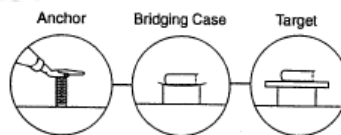


Figure 1. A bridging analogy.

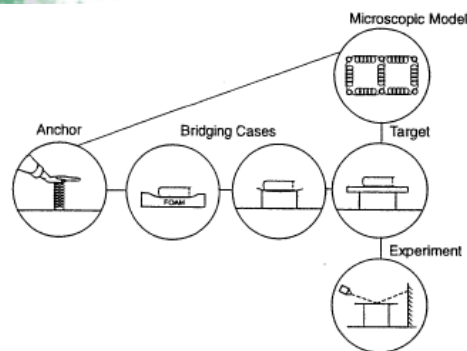


Figure 2. Concept diagram for static normal forces.

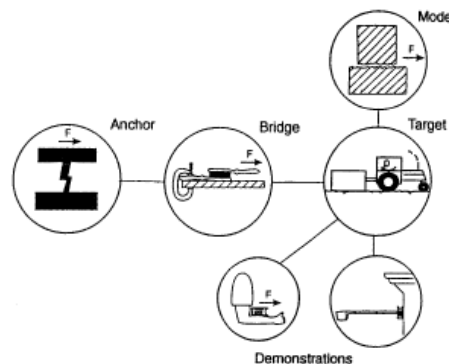


Figure 3. Concept diagram for surface friction.

Friction Unit. In a second area, the lesson on friction outlined in Figure 3 used the target

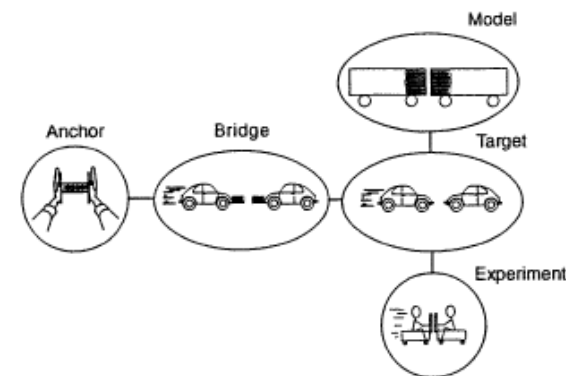


Figure 4. Concept diagram for dynamic third law.

دلالت‌های آموزشی

- آموزش شباهت زیادی با آجرچینی یک دیوار ندارد، بلکه بیش‌تر به تغییرات جمعیت یا تغییر فاز شباهت دارد. پس در آغاز برنامه باید زمان زیادتری برای موضوعات کم‌تری در نظر بگیریم. این روند نمایی آموزش به این معناست که نباید در آغاز تدریس یک کتاب درسی از یک روند خطی استفاده کنیم.



طیف دیدگاه‌ها و برنامه‌ی درسی

- تئوری‌ها: در نظر گرفتن دانش، به عنوان یک چهارچوب یکپارچه و منسجم: **تغییر مفهومی انقلابی**، گاهی زمینه بارند و می‌توانند پدیده‌های گوناگونی را تبیین کنند.
- در نظر گرفتن دانش به عنوان عناصر نیمه‌مستقل (اکولوژی عنصرهایی که جایگزین می‌شوند، تکه تکه می‌شوند و در هم ادغام می‌شوند):
تغییر مفهومی اصلاح تدریجی، این عناصر حاصل برهمکنش دانش‌آموزان با محیط فیزیکی اطراف‌شان هستند (چیزی رخ می‌دهد، چون شیوه‌ی بودن چیزها این طور است). در حین تغییر مفهومی عناصر و اتصال‌های آن‌ها مورد تجدید نظر قرار نمی‌گیرند. تغییر مفهومی ذره ذره با افزودن، زدودن و بازسازی مانده‌ی عناصر رخ می‌دهد.

برنامه‌ی درسی و آموزش

در دیدگاه تئوری‌مانند: آموزش با ایجاد ناهمخوانی آغاز می‌شود، در پی آن جایگزین مناسب‌تر معرفی می‌شود تا کثرفهمی کنار گذاشته شود. اگر کثرفهمی‌ها هدف اصلی علوم مدرسه‌ای باشند، دانش‌آموزان نمی‌توانند آن را در زمینه‌های زندگی واقعی به کار ببرند.

در دیدگاه عنصری: آموزش شامل تغییر، زدودن و بازسازی مانده‌ی عناصر در طول زمان و به طور تدریجی است. پس تمرکز اصلی برنامه‌ی درسی بر فرآیند اصلاح تدریجی است. در راهبردهای آموزشی مبتنی بر دیدگاه عنصری، به دانش‌آموزان کمک می‌کنیم عناصر را بشناسند و تقدم‌شان را در شبکه‌های مفهومی به کار ببرند. در این دیدگاه، کثرفهمی‌ها همراه با سایر عناصر ذهنی کودکان به عنوان راه‌حل‌های میانی در نظر گرفته می‌شوند.

مثال: نیرو به عنوان به حرکت در آورنده، برای دانش‌آموزان رویدادهای محیط اطراف‌شان را معنی‌دار می‌کند.

الزامات برنامه‌ی درسی: دیدگاه عنصری

تغییر مفهومی به جای تغییر ناگهانی از یک مفهوم به مفهوم تازه، به **بازآرایی، ویرایش و سازمان‌دهی** نیاز دارد. پس راهبرد مناسب درگیر کردن دانش‌آموزان با تعداد زیادی تجربه، آزمایش، نمایش است. راهبرد ارائه‌های چندگانه:

- تاکید بر جنبه‌های مهم پدیده‌ها برای مقایسه‌ی آنها
- کمک برای تشخیص قطعه‌بندی در پاسخ‌های علی و ترغیب به ایجاد انسجام
- ایجاد کمک‌های بصری-تعاملی برای پژوهش در مورد پدیده



چگونه در مورد استفاده از دو دیدگاه تصمیم بگیریم؟

شاخص‌ها:

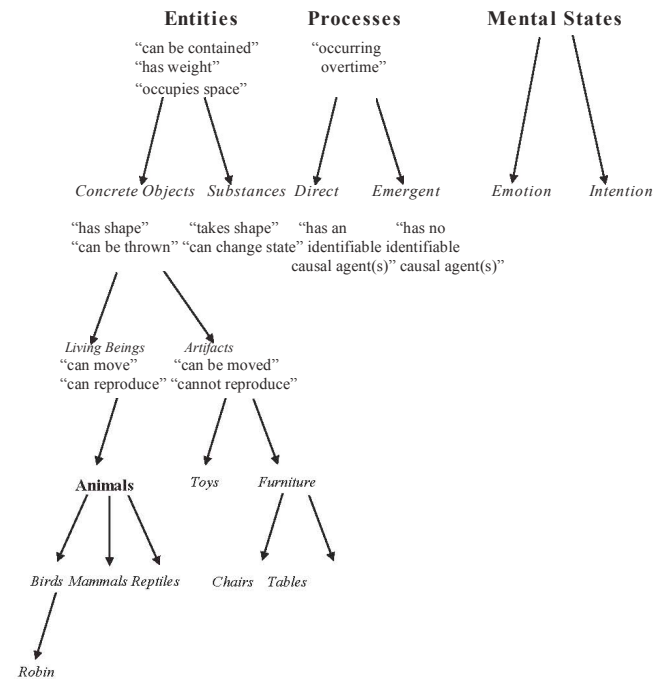
- غنای قلمروی علمی در ذهن دانش‌آموزان: مقایسه‌ی مکانیک و اخترشناسی (diSessa و Vosiniadou)
- دوره‌های رشد: در مورد دانش‌آموزان کوچک‌تر دانش ذاتی‌شان با جنبه‌های تئوری‌مانند زیاده‌تر، در مورد دانش‌آموزان بزرگ‌تر دانش قطعه‌ای‌تر و تحولی‌تر است.



دیدگاه: تغییر دسته‌بندی‌های هستی‌شناختی (categorical shift)

نظریه‌ی (Chi):

- معمولا تشخیص تفاوت‌ها موجب شکسته شدن desociation دسته‌بندی‌هایی خواهد شد که موجب کثرفهمی شده‌اند.



دیدگاه: باز دسته کردن (resubsumption)

نظریه ی (Ohlsson):

- یادگیری مستلزم این است که مفاهیم خاص تر با دامنه محدودتر به عنوان زیرمجموعه یک دسته بندی عمومی و انتزاعی تر در نظر گرفته شوند.
- از طریق تشخیص تشابه ها و ارزیابی مفیدتر بودن bisociation رخ می دهد.



ارائهی یک مدل آموزشی برای تغییر مفهومی



استدلال و چون و چرا

مدل آموزشی ارزیابی جایگزین‌ها



برای رسیدن به هدف پرورش توانایی استدلال علمی: ایجاد فرصت‌هایی
برای تکوین مهارت‌ها تفکر سنجش گرانه و عادت به تفکر علمی که برای
برای ارزیابی ایده‌های جایگزین لازم است، سبک سنگین کردن شواهد،
تفسیر معانی متون، و ارزیابی اعتبار و قابل قبول بودن یک توضیح علمی.



مدل آموزشی ارزیابی جایگزین‌ها:

ارزیابی چند توضیح رقیب برای یک رویداد ناهم‌خوان یا چالش‌برانگیز. معرفی یک پدیده‌ی طبیعی که نیاز به توضیح دارد مرتبط با موضوع مورد مطالعه‌ی بچه‌ها که در مورد سازوکار علی آن یا یک پاسخ توصیفی به تعداد سه عدد یا بیش‌تر توضیح‌های جایگزین وجود دارد.

فراهم کردن اطلاعاتی توسط معلم تئوری‌ها، قوانین یا مدل‌ها به طوری که بچه‌ها بتوانند با استفاده از این اطلاعات استفاده‌شان از شواهد را موجه کنند. گروه‌بندی بچه‌ها برای تولید داده‌های مورد نیاز برای حمایت یا چالیدن با اعتبار یا پذیرفتنی بودن یک توضیح.



The Ice Melting Blocks Problem

The figure below shows two black blocks, A and B. These blocks look the same but block A is made of metal and block B is made of plastic. If you put a piece of ice on both blocks at the same time the ice on block A melts much faster. Try it and see!



This observation raises an interesting question: *Why does ice melt faster on block A?* Here are three possible answers...

Explanation #1: The ice melts faster on block A because metal absorbs cold. Block A absorbs cold from the ice, which causes the ice to get warmer and melt. This is why block A feels colder than block B; it absorbs and holds more cold energy.

Explanation #2: The ice melts faster on block A because block A is a good conductor of heat. Although both blocks are the same temperature, heat energy transfers into the ice from block A faster than it does from block B. As a result, the ice on block A melts faster.

Explanation #3: The ice melts faster on block A because block A is a good conductor. Although block A is colder than block B it is still warmer than the ice. As cold moves into block A the ice warms up and melts. The ice on block A melts faster because the cold moves from the ice into this block faster.

With your group, determine which explanation provides the best answer to the research question. You can use any of the supplies available to you to test your ideas. Make sure that you generate the evidence you will need to support your explanation as you work. You can record any observation you make in the space below.

A decorative background on the left side of the slide. It features a green chalkboard with a white chalk arrow pointing upwards and to the right. Two pieces of pink chalk are lying on the chalkboard. The right side of the slide is white.

گام ۱: معرفی پدیده برای پژوهش
فعالیت ناهمخوان،
گروه‌بندی (گروه‌های کوچک ۳ تا ۴ نفری) احساس نیاز برای درک
یک عامل پنهان.
ارائه‌ی توضیح‌های جایگزین یکی علمی و دوتای دیگر سازگار با افکار
و ایده‌های بچه‌ها هستند.
تشویق هر گروه به جمع‌آوری داده‌ها برای تعیین این که کدام
ایده‌ی جایگزین معتبرتر است.



A

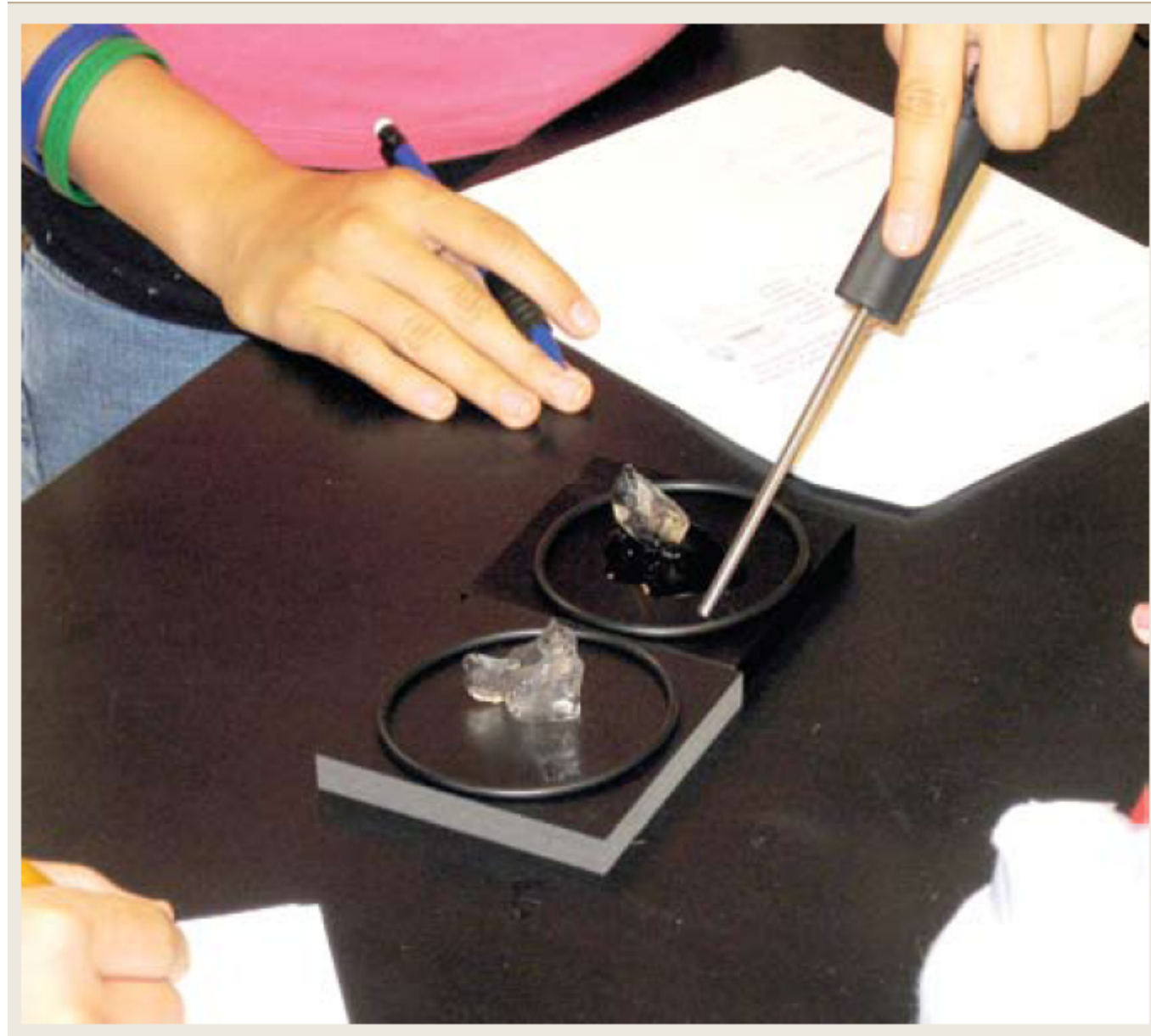


B

گام ۲:

فراهم آوردن فرصتی برای دانش آموزان برای طراحی و اجرای شیوه‌ای برای تولید داده‌ها و آزمودن توضیح‌ها. وسایل و ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها و در اختیار گذاشتن اطلاعات در باره‌ی موضوع مانند تئوری مولکولی-جنبشی ماده معلم باید مطمئن شود بچه‌ها به این فکر می‌کنند که چه کاری انجام می‌دهند و چرا این کار را انجام می‌دهند.





گام ۳: تولید **چون چراها** و یادچون و چراهای امتحانی
در محیطی که به سهولت در معرض دید دیگران قرار
بگیرد.

شامل: گزینه‌یی که گروه معتبر می‌داند، داده‌های
جمع‌آوری شده به عنوان شواهد، و استدلال گروه.
مربوط به منطق گروه برای داده‌ها و این که چرا
توضیح را حمایت می‌کند. استدلال باید شامل
تئوری‌ها و اصل .. که از آن توضیح حمایت می‌کنند
هم باشند.

اهمیت: درک ماهیت گرانبار از تئوری علوم.

Some potentially relevant information about this problem

The *molecular-kinetic theory of matter* indicates that all matter is made up of submicroscopic particles called atoms. This theory states:

- Atoms are constantly in motion so they have *kinetic energy*.
- The more kinetic energy an atom has the faster it vibrates or moves.
- *Temperature* is a measurement of the *average kinetic energy* of all the particles in an object.
- The motion of the particles that make up an object increases when the temperature of the object goes up.
- The motion of the particles that make up an object decreases when the temperature of an object goes down.
- *Heat* is the *total kinetic energy* of all the particles in an object *or* the *transfer of kinetic energy* from the particles in one object to another.

Heat conduction or *thermal conduction* is the transfer of thermal energy through matter from a region of higher temperature to a region of lower temperature. This process acts to equalize temperature differences.

Some objects are able to conduct heat better than others. This is called the thermal conductivity of a material. A table of the conductivity values of some different materials is provided below:

Material	Thermal conductivity (W/m·K)
Cement	0.29
Air	0.025
Water (liquid)	0.6
Glass	1.1
Aluminum	200
Gold	318
Copper	380
Plastic	0.16

گام ۴: نشست پوستر تعاملی: به اشتراک گذاشتن و نقد چون و چراهای متنوع در قالب گروه‌های کوچک. فرصت برای این که دانش‌آموزان بتوانند به پرسش‌ها و انتقادات دیگران پاسخ دهند. تاثیر مضربی. بهتر است از آرایش راوندروبین استفاده شود یعنی یکی از اعضای گروه در ایستگاه بماند و سایرین برای بحث و گفت‌وگو به ایستگاه‌های دیگر بروند.



Question: Why does ice melt faster on Block A?

Explanation: Block A is a better thermal conductor

Evidence

	Block A	Block B
Starting temp	23	23
Final Temp	10	22
Time for ice to melt	1 min 30 sec	15 min 10 sec
Conductivity	2.00	1.6

Reasoning

- Molecular-Kinetic theory of matter says there is no such thing as cold and temp increases with more energy

گام ۵:

ایجاد چون چراها و پاد چون چراهای انفرادی:
در گروه اولیه با توجه که از مباحثه با سایرین
آموخته اند هر نفر یک چون و چراای انفرادی تهیه
می کند.





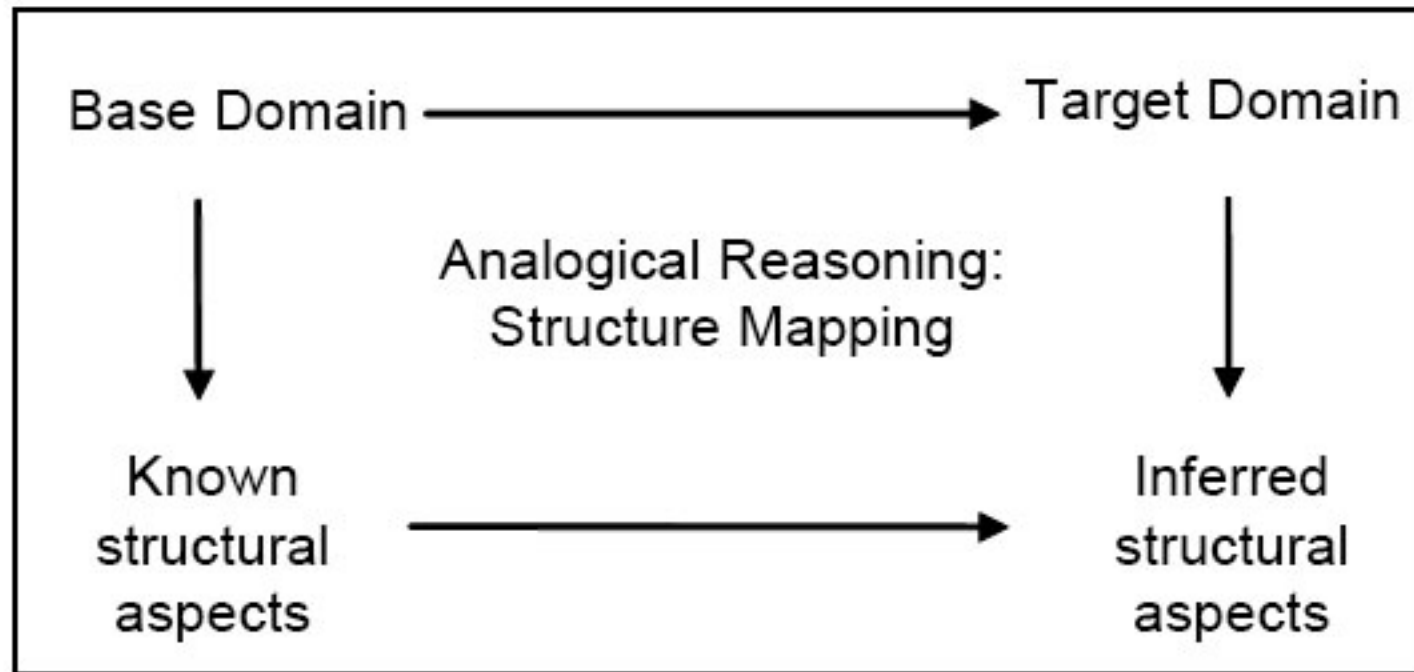
FIGURE 6

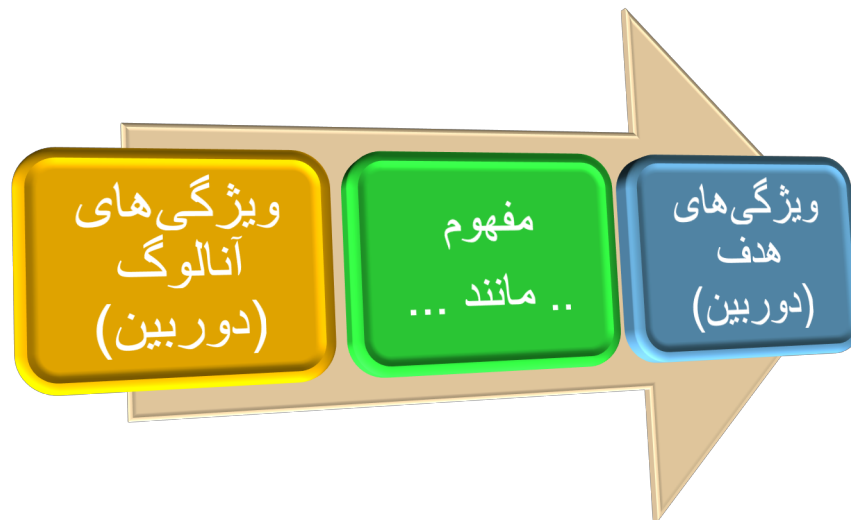
The argument and counterargument writing prompt

1. *What is your argument?* In the space below, use appropriate evidence and reasoning to support the explanation that you think is the most valid or acceptable.
2. *What is your counterargument?* In the space below, generate a scientific argument that includes appropriate evidence and reasoning to challenge the validity of the other two explanations

Criteria	Level 1	Level 2	Level 3	Score
The argument				
Quality of the evidence	Reasons are given to support the conclusion or explanation but no data or observations are included.	Data or observations are included but this information is not used to show differences between groups, a trend over time, or a relationship between variables.	Data or observations are included that show differences between groups, a trend over time, or a relationship between variables.	
Sufficiency of the evidence	Includes only a single observation or piece of data in support of the conclusion.	Includes multiple pieces of evidence but not enough to support each component of the conclusion or explanation.	Includes multiple pieces of evidence and each component of the conclusion or explanation is supported.	
Adequacy of the reasoning	Makes a simple assertion that the evidence "proves it" or it simply refers to the evidence without explaining it.	Explains why the evidence was included or how the evidence supports the explanation or conclusion but not both.	Explains why the evidence was included and how the evidence supports the explanation or conclusion.	
The counterargument				
Quality of the evidence	Reasons are given to support the conclusion or explanation but no data or observations are included.	Data or observations are included but this information is not used to show differences between groups, a trend over time, or a relationship between variables.	Data or observations are included that show differences between groups, a trend over time, or a relationship between variables.	
Sufficiency of the evidence	Includes only a single observation or piece of data in support of the conclusion.	Includes multiple pieces of evidence but not enough to support each component of the conclusion or explanation.	Includes multiple pieces of evidence and each component of the conclusion or explanation is supported.	
Adequacy of the reasoning	Makes a simple assertion that the evidence "proves it wrong" or it simply refers to the evidence without explaining it.	Explains why the evidence was included or how the evidence supports the explanation or conclusion but not both.	Explains why the evidence was included and how the evidence supports the explanation or conclusion.	
The writing				
Sentence fluency	The writing is difficult to follow or to read aloud; sentences tend to be incomplete, rambling, or very awkward.	The writing tends to be mechanical rather than fluid; occasional awkward constructions may force the reader to slow down or reread.	The writing has an easy flow and rhythm; sentences are carefully crafted, with strong and varied structure.	
Word choice	The writing shows an extremely limited vocabulary, or is filled with so many misused words that the meaning is obscured.	The author does not employ a variety of words, producing a sort of "generic" argument filled with familiar words and phrases.	The author employs a broad range of words, which have been carefully chosen and thoughtfully placed for impact.	
Conventions	The author made several grammatical, spelling, punctuation, paragraphing, or capitalization errors.	The author made only one or two grammatical, spelling, punctuation, paragraphing, or capitalization errors.	The author used appropriate grammar, spelling, punctuation, paragraphing, and capitalization.	
			Total:	/27
Comments or suggestions for ways to improve:				

Analogy





مثال‌ها:

- آرنیوس برای توصیف اثر گلخانه‌ای اتمسفر را به دیگ داغ تشبیه کرد.
- کیلر برای توضیح حرکات سیارات منظومه شمسی را با ساعت مقایسه کرد.
- هیگنس از امواج آب برای تئوریزه کردن نور کمک گرفت.

يك آنالوجی موثر: بتواند بين يك تجربه شخصی و موضوع مجرد علمی (عدم امکان تجربه در ماکروکوسم و میکروکوسم) پل بزند

- تناسب با مفهوم
- آشنا برای دانش آموزان و جذاب (عدم آشنایی موجب کژفهمی می شود: مدل بور و منظومه شمسی)
- توانایی های سطح بالاتر یادگیرنده ها را تحریک می کند

Anagram: نقشه کردن آنالوجی
ماندها (مثبت‌ها و ناماندها (منفی‌ها)

مدار الکتریکی		مدار آبی
جریان الکتریکی مستقیم	مشابه	یک سو بودن جریان آب
		فشار پمپ
ولتاژ باتری	نامشابه	جریان در مدار باز
نیاز به مدار بسته		

استفاده از چند آنالوجی ساده بهتر از استفاده از یک آنالوجی پیچیده است.

تعمیم بیش از حد آنالوجی ایجاد کژفهمی‌ها
مثال در آنالوجی گلخانه فقط گرم شدن مشابه است و نه عامل گرمایش

آنالوجی آتش و فاصله از آن در مورد تغییر فصل کار نمی‌کند ولی در مورد دلیل گرم‌تر
بودن سطح عطارد نسبت به زمین کار می‌کند.