

ساختار شناختی دانش آموزان و مفاهیم ریاضی

این سؤال که آموزش ریاضیات چه تأثیری روی شخصیت فکری و منش‌های حل مسئله و شیوه‌های یادگیری دانش‌آموزان می‌گذارد به ساختارشناختی آنان مربوط می‌شود. مسلماً پیشینه فکری و مهارت‌هایی که در ذهن دانش‌آموزان نهادینه شده اجازه نمی‌دهد که نظام یکسانی که دانش‌آموزان با آن مواجهند ساختارهای شناختی یکسانی را به دست دهد. این تنوع ساختارهای شناختی که تحت تربیت نظام آموزشی یکسانی بوده‌اند نه تنها ناخواسته نیست، بلکه مورد تأکید است. ذهن دانش‌آموزان همچون گل‌های رنگارنگی که از یک آب و خاک و خورشید بهره گرفته‌اند اما با یکدیگر در رنگ و بو تفاوت دارند، در برابر نظام آموزشی یکسان مهارت‌های مختلفی را به بار می‌دهد و ثمرات گوناگونی را نتیجه می‌دهد. این تنوع زمینه‌های یادگیری دانش‌آموزان را می‌توان در سبک‌های یادگیری و در ساختار انسان‌شناختی دانش‌آموزان خلاصه نمود.

۱- سبک‌های شناختی

در باب تنوع سبک‌های یادگیری و تفکر و شناخت دانش‌آموزان تئوری‌های گوناگونی وجود دارد. بعضی از این تئوری‌ها رفتارگرایانه، بعضی روان‌شناسانه و برخی دیگر مجردتر هستند. تئوری‌های رفتارگرایانه از سایر این نظریه‌ها ملموس‌تر و ساده‌فهم‌تر هستند. از این رو ما یکی از همین نظریه‌ها را برمی‌گزینیم. مجاری شناخت حسی دانش‌آموزان به پنج حس محدود می‌شود که از میان آنها حس بینایی، حس شنوایی و حس لامسه در ارتباط با جهان خارج و یادگیری بر دیگر حس‌ها غلبه دارند. حس بینایی مبنای تفکر تصویری و حس شنوایی مبنای تفکر کلامی و حس لامسه مبنای تفکر دست‌ورزی و ساختنی را پایه‌ریزی می‌کند. این طور نیست که تفکر کلامی، تصویری و دست‌ورزی ذهن دانش‌آموزان را به طور یکسان درگیر کنند. هرچند مهارت‌های تفکر دانش‌آموزان طیفی بین این سه مهارت تفکر است اما معمولاً در اکثر دانش‌آموزان یکی از این سه سبک یادگیری بر دیگران غلبه دارد. این سه مهارت تفکر سه سبک ساده‌گیری کلامی، تصویری و دست‌ورزی را به دست می‌دهند. البته به ندرت ممکن است در دانش‌آموزی دو تا از سبک‌های یادگیری و یا حتی هر سه سبک غلبه داشته باشند.

سبک یادگیری کلامی

در دانش‌آموزان کلامی ساختار نمادین کلام نقش مهمی در تفکر و یادگیری ایفا می‌کند. اینان کسانی هستند که وقتی فکر می‌کنند به زبان کلمات و جملات با خود حرف می‌زنند و می‌توانند افکار خود را مستقیماً روی کاغذ بیاورند. استدلال ریاضی را مرحله به مرحله و جزء به جزء درک می‌کنند و چون مراحل اثبات به پایان می‌رسد مراحل درک ریاضی آنان خاتمه می‌یابد. ایشان از جزء به سمت درک کل حرکت می‌کنند و معمولاً تئوری‌های آنان در چگونگی هم‌نشینی جزئیات بسیار قوی است اما در همبستگی مبانی و ساختارهای کلی می‌لنگند. درک ایشان از تاریخ نیز از جزء به کل است و بسیاری از تحولات اجتماعی بسیار کند برای ایشان قابل درک نیست. در برابر ادراک اجزاء مؤثر در وقوع یک صحنه تاریخی برای ایشان بسیار سهل است. از بین فیلسوفان معروف، فلسفه و سبک شناختی ارسطو، کندی، ابن سینا، توماس اکوئیناس و تحت تأثیر ایشان دکارت، کانت و سایر فلاسفه غربی زیر چتر این نوع

سبک یادگیری تصویری

در دانش‌آموزان تصویری شهود و تصویرسازی نقش مهمی در تفکر و یادگیری ایفا می‌کنند. وقتی این دانش‌آموزان به تفکر می‌پردازند، روند تفکر به زبان مفاهیم و ارتباط بین آنها پیش می‌رود و بازنویسی روند تفکر برای ایشان نیاز به زحمت مضاعف دارد. حتی برخی از ایشان از به کلام در آوردن روند تفکر خود عاجز و ناتوانند اما می‌توانند به خوبی آن را به زبان مفاهیم و ارتباط بین آنها بیان کنند. استدلال ریاضی توسط ایشان به صورتی کلی و مانند نگاه کردن به اجزای یک تابلو به طور سرتاسری ادراک می‌شود. ایشان از درک کل به سوی ادراک جزئیات حرکت می‌کنند و معمولاً تئوری‌های آنان در ساختار و مبانی دقیق است اما در هم‌نشینی و برقراری رابطه بین اجزاء ضعیف می‌نماید. درک ایشان از تاریخ نیز از کل به جزء است و ایشان برعکس دانش‌آموزان کلامی در ادراک تحولات اجتماعی توانا هستند. تفکر شهودی و تجربه نقطه قوت ایشان است. از بین فیلسوفان معروف، فلسفه و سبک شناختی افلاطون، فارابی، ابن عربی، سهروردی و ملاصدرا زیر چتر این نوع مهارت یادگیری و تفکر قرار می‌گیرد.

سبک دست‌ورزی

در دانش‌آموزان دست‌ورز که ساختارگرا هستند بازسازی ساختارها با دست و فکرشان نقش مهمی در تفکر و یادگیری ایفا می‌کند. ایشان با بکار بردن ابزارها و ساختن اشکال و بازسازی ذهنی ساختارها در ذهن خود مفاهیم را یاد می‌گیرند و مهارت‌ها را کسب می‌کنند. ایشان برای درک محتوای درسی احتیاج به خلوت کردن با خود دارند حتی اگر آموزش با سبک یادگیری ایشان هماهنگ باشد. استدلال ریاضی را تا وقتی خودشان بازسازی نکنند نمی‌فهمند و تاریخ را نیز باید به زبان ذهن خود بازسازی کنند تا بتوانند از آن درس یاد بگیرند. بسیاری از صنعت‌گران و مخترعین زیر چتر این نوع مهارت یادگیری و تفکر قرار می‌گیرند.

۲- آموزش عدد

عدد یک کلمه قرآنی است. از آیه «کل شیء احصیناه عدداً» برمی‌آید که معنای آن بر پایه معنی احصاء و شمارش بنا می‌شود. اما هم از این آیه و هم از معنای شمارش در ریاضیات عالی برمی‌آید که معنای عدد به معنایی بسیار تعمیم یافته‌تر از آنچه در این پایه مورد نظر است تعمیم می‌یابد. لذا لازم است مفهوم عدد چنان در برابر دانش‌آموزان مطرح شود که مقدمه را برای آموزش تعمیم‌های آن فراهم نماید. برای مثال عدد به عنوان کاردینالیتی مقدمه مناسبی برای معرفی اعداد حقیقی نیست و عدد به عنوان طول پیشینه مناسبی برای معرفی اعداد مختلط در دانشگاه نیست، اما عدد به عنوان جواب معادله پیشینه مناسبی برای معرفی اعداد مختلط فراهم می‌کند. لذا باید گذر از کاردینالیتی به طول و گذر از طول به جواب یک معادله جبری به طور طبیعی اتفاق بیفتد تا ذهن دانش‌آموزان برای تعمیم‌های عدد که در آینده با آن مواجه می‌شوند آماده گردد.

عدد و دانش‌آموزان کلامی

عدد به عنوان کاردینالیتی و عدد به عنوان ناوردا مفهومی متناسب با سبک یادگیری دانش‌آموزان کلامی است. نزد دانش‌آموزانی با این سبک یادگیری، اعداد نمادهایی هستند که مفاهیمی پشت صحنه را خلاصه و کدگذاری می‌کنند. ساختار محاسباتی اعداد نیز از همین مفاهیم کاردینالیتی عدد استخراج می‌شود تا بعد به اعداد گویا تعمیم پیدا کند. همچنین است مفاهیم ضرب و تقسیم که از کاردینالیتی مجموعه‌ها استخراج می‌شوند. دانش‌آموزان کلامی با مفهوم عدد به عنوان طول به صورت استدلالی و با کمک مفهوم

«بین» ارتباط برقرار می‌کنند، اما با مفهوم عدد به عنوان جواب معادله به خوبی ارتباط برقرار می‌کنند. چرا که زبان معادله خود یک زبان نمادین برای معرفی اعداد است که با سبک یادگیری کلامی و نمادین دانش‌آموزان هماهنگ است. در صورتی که عدد به عنوان طول یک مفهوم تصویری است و در سبک کلامی باید به طور غیر مستقیم درک شود. هر چند سبک شناخت دانش‌آموزان طیفی بین سه سبک یادگیری یاد شده است و ممکن است برای یک دانش‌آموز کلامی عدد به عنوان طول نیز به طور مستقیم درک شود.

عدد و دانش‌آموزان تصویری

عدد به عنوان طول مفهومی متناسب با سبک یادگیری دانش‌آموزان تصویری است. لذا بر خلاف دانش‌آموزان کلامی، این دانش‌آموزان، عدد به عنوان طول را مینا برای یادگیری سایر مفاهیم عدد قرار می‌دهند. درک محور اعداد در بین دانش‌آموزان تصویری بسیار اهمیت دارد. این دانش‌آموزان مسئله‌ها را با محور بهتر حل می‌کنند تا این که مثلاً از اشیاء ملموس استفاده کنند. حرکت از اعداد طبیعی به اعداد گویا و حرکت از اعداد گویا به اعداد حقیقی روی محور به سهولت انجام می‌پذیرد. در صورتی که برای دانش‌آموزان کلامی این حرکت‌ها باید به صورت منطقی و ذهنی صورت بگیرد. مثلاً اعداد حقیقی برای دانش‌آموزان کلاس به عنوان حد دنباله‌ای از اعداد گویا درک می‌شوند و دانش‌آموزان تصویری به کمک محور اعداد. درک اعداد منفی برای دانش‌آموزان کلامی باید به صورت منطقی و استدلالی صورت بگیرد. درک اعداد منفی برای دانش‌آموزان دست‌ورز بسیار مشکل‌تر از دو سبک دیگر یادگیری است. چرا که ایشان با دست‌ورزی، ساختن مفاهیم ریاضی را یاد می‌گیرند که برای اعداد منفی ممکن نیست.

عدد و دانش‌آموزان دست‌ورز

نزد دانش‌آموزان دست‌ورز عدد به عنوان کاردینالیتی و عدد به عنوان طول هر دو مبنای یادگیری مفهوم عدد قرار می‌گیرد به شرط آن که آموزش با اشیاء ملموس و همراه با دست‌ورزی صورت گیرد. چینه‌ها این فرصت را پدید می‌آورند که همه دانش‌آموزان دست‌ورز با مفهوم طول و با مفهوم کاردینالیتی در کنار هم دست‌ورزی کنند و این فرصتی است که برای دانش‌آموزان کلامی یا دانش‌آموزان تصویری فراهم نیست. از طرف دیگر درک مفهوم عدد به عنوان ناوردا و عدد به عنوان جواب معادله برای دانش‌آموزان دست‌ورز مشکل‌تر است. هر چند همان‌طور که ذکر شد دانش‌آموزان طیفی بین سبک‌های مختلف یادگیری هستند و نمی‌توان فرض کرد دانش‌آموز کاملاً فاقد زیرساخت‌های یک سبک خاص یادگیری می‌باشد. حرکت از ملموس به مجرد برای دانش‌آموزان دست‌ورز با حرکت از تصویر به مجرد برای دانش‌آموزان تصویری و با حرکت از کلام به مجرد برای دانش‌آموزان کلامی جایگزین می‌شود. بنابراین اصل حرکت از ملموس به مجرد به همه سبک‌های یادگیری اختصاص ندارد.

۳- اشکال هندسی

هر چند اشکال هندسی موجوداتی تصویری هستند اما این بدان معنی نیست که دانش‌آموزان کلامی و یا دانش‌آموزان دست‌ورز قادر به درک آنها نیستند. اما در روش‌های شناختی این دانش‌آموزان تفاوت‌هایی وجود دارد که در مواجهه با اشکال هندسی خود را نشان می‌دهند. این مفهوم که هندسه چیست در قرآن با کلمه قدر وارد شده است. مثلاً عبارت قدرناه تقدیرا می‌تواند چنین تعبیر شود که هندسه عالم وجود را چنان قرار دادیم تا چنین و چنان شود. بنابراین مفهوم هندسه با مفهوم اندازه‌گیری نیز مرتبط است. در واقع عدد و شکل دو مجرای موازی برای مدلسازی پدیده‌های اطراف ما هستند و ریاضیات هندسی به موازات ریاضیات جبری قابل معرفی هستند اما تقدم درک اشکال دو یا سه بعدی نزد سبک‌های مختلف یادگیری متفاوت است. مثلاً نزد دانش‌آموزان دست‌ورز درک اجسام سه بعدی ساده مقدم بر درک اشکال دو بعدی ساده است. اما نزد دانش‌آموزان کلامی که از جزء به کل حرکت می‌کنند برعکس می‌باشد.

تصویر و دانش آموزان کلامی

دانش آموزان کلامی تصویر را از جزء به کل درک می کنند لذا برای آنان معرفی اشکال دو بعدی مقدم بر اشکال سه بعدی و مقدم بر همه آنها معرفی گوشه و ضلع است. پس از معرفی گوشه و ضلع اشکال مثلث، مربع و مستطیل معرفی می شوند. درک مفهوم دایره برای دانش آموزان کلامی مشکل تر از دانش آموزان تصویری و دست ورز است. دانش آموزان باید بتوانند تفاوت های اشکال ساده هندسی را به صورت کلامی بیان کنند. درک تفاوت ها و شباهت های دایره با سایر اشکال هندسی برای دانش آموزان کلامی کار مشکلی نیست. اما تعریف و توصیف دقیق دایره برای دانش آموزان کلامی این پایه مشکل است. بعد از معرفی اشکال ساده دو بعدی نوبت به معرفی اشکال سه بعدی می رسد که در پایه های بالاتر معرفی می شوند. همان طور که گفتیم دانش آموزان دست ورز اشکال سه بعدی را راحت تر از اشکال دوبعدی می شناسند. تعریف منطقی اشکال ساده دوبعدی برای دانش آموزان کلامی ساده تر از سایر سبک های شناختی است. حتی ممکن است تعریف منطقی این اشکال برای دانش آموزان سبک های دیگر شناختی متفاوت باشد.

تصویر و دانش آموزان تصویری

دانش آموزان تصویری تصاویر دوبعدی را ساده تر از تصاویر سه بعدی می یابند. اما دیدگاه آنان نسبت به تصویر برخلاف دانش آموزان کلامی از کل به جز می باشد. برای این دانش آموزان معرفی مربع، مثلث و مستطیل و دایره مقدم بر مفهوم گوشه و ضلع است. تمایز بین اشکال ساده هندسی برای دانش آموزان تصویری راحت تر اما توصیف تفاوت ها و شباهت ها به طور کلامی برای ایشان مشکل تر است. یعنی عبارات کلامی که ایشان به کار می برند تا اشکال را توصیف کنند به اندازه کافی گویا نیست. درک تفاوت ها و محورهای تقارن برای دانش آموزان تصویری ساده تر از سایر سبک های یادگیری است. توصیف تقارن برای دانش آموزان کلامی ممکن اما دشوار است و برای دانش آموزان دست ورز که باید متقارن یک جزء از شکل را خودشان بسازند تا بتوانند مفهوم تقارن را درک کنند نیز دشواری های تازه خود را به نمایش می گذارند که در اجرای آزمایشی کتاب ظهور پیدا کرده اند. بنابراین مهم است که انتظارات معلمان از دانش آموزان هماهنگ با سبک یادگیری و شناختی آنان باشد و از دانش آموزان یک سبک شناختی انتظارات متناسب با سایر سبک های شناختی را نداشته باشند.

تصویر و دانش آموزان دست ورز

دانش آموزان دست ورز با اشیاء سروکار دارند نه با تصاویر. لذا درک ایشان از اشیاء سه بعدی بر درک اشیاء دو بعدی مقدم است. دانش آموزان دست ورز نیز اشیاء را از کل به جزء درک می کنند. بر خلاف دانش آموزان کلامی که اشیاء را از جزء به کل درک می کنند. ایشان می توانند با قرار دادن لیوان روی کاغذ و مداد کشیدن دور آن لیوان روی کاغذ و مداد کشیدن دور آن دایره بسازند و یا با قرار دادن مکعب روی کاغذ و مداد کشیدن دور آن مربع بسازند و این طور از سه بعد به دو بعد حرکت کنند. ساختن استوانه و مکعب برای ایشان مقدم بر ساختن اشکال دوبعدی متناظر است. درک تقارن برای دانش آموزان دست ورز با تجربه ممکن است ایشان متقارن یک شکل را می سازند و این گونه به درک مفهوم تقارن می رسند. کار با ابزارها مانند قیچی و خط کش و شابلون در درک این دانش آموزان از اشکال هندسی بسیار مرکزیت دارد. توجه کنید که سبک تألیف کتاب درسی خطی است و ممکن نیست همزمان به همه دانش آموزان با سبک های شناختی مختلف مطابق با مراحل شناختی آنان آموزش داد. پس با دانش آموزان صبور باشید.