عناصر اصلی یادگیری

نویسنده: جنیفر ال کوبرین و نیکول پانورکو[1]

مترجم: سهیلا غلام‌آزاد

فعالیت‌های دانش‌آموز در واقع جریان رایج در کلاس درس است. همه روزه در سراسر دنیا، دانش‌آموزان در کلاس‌های درس فعالیت‌های زیادی را به‌صورت تکلیف مکتوب، پروژه، کاربرگ و غیره انجام می‌دهند. اما چگونه مربیان می‌توانند قدرت این منبع غنی از داده‌ها را شکوفا کنند؟ چگونه می‌توان هدف از فعالیت دانش‌آموزان را، از اثبات مهارت و خبرگی، به بهبود یادگیری تغییر داد؟[Deuel, Nelson, Slavit, & Kennedy, ۲۰۰۹] . سناریوی زیر رویکرد سنتیِ نگاه به نتیجهٔ فعالیت دانش‌آموز را مورد توجه قرار داده است.

گروهی از معلمان پایهٔ سوم، فعالیت‌هایی را که دانش‌آموز در درس ریاضی در مورد اندازه‌گیری مساحت انجام داده است، به بحث می‌گذارند. در این فعالیت از دانش‌آموزان خواسته شده بود، مساحت دو سر آدمک‌هایی را

1. Jennifer L. Kobrin and Nicole Panorkou

مقایسه کنند که مستطیلی شکل بودند و قضاوت کنند که کدام‌یک مساحت بیشتری را پوشانده است. معلمان درمورد پاسخ یکی از دانش‌آموزان صحبت می‌کنند (تصویر ۱ را ببینید). این دانش‌آموز از یک خط‌کش برای اندازه‌گیری بلندی سرها استفاده کرد و گفت: «اولی دو اینچ است و دومی سه اینچ. پس دومی بزرگ‌تر است.»

«**جِین**»، بحث در مورد نتیجه کار دانش‌آموز را با سه معلم دیگر به پیش می‌برد:

جین: در نوشتهٔ این دانش‌آموز چه چیزی را ملاحظه می‌کنید؟

آلیس: دانش‌آموز فقط بلندی دو سر را اندازه گرفت.

رابرت: من متوجه شدم که دانش‌آموز می‌داند چگونه به‌درستی از خط‌کش استفاده کند، اما به‌نظر نمی‌آید که مفهوم مساحت را فهمیده باشد.

روزا: جالب بود که دانش‌آموزگفت سر دومی «بزرگ‌تر» است و از واژهٔ «مساحت» استفاده نکرد.

جین: فکر می‌کنید این دانش‌آموز به چه فکر می‌کرده است؟

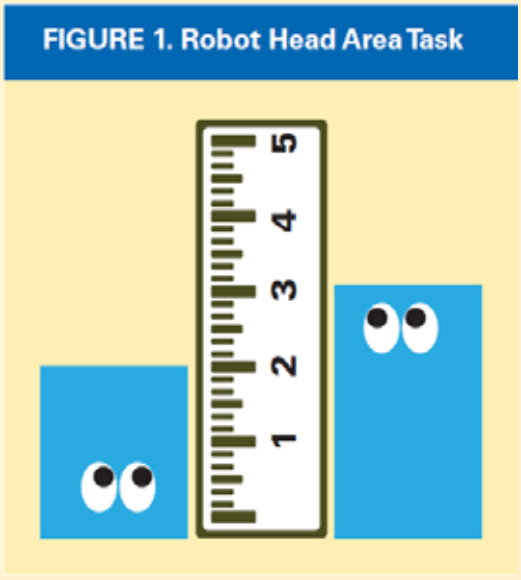
رابرت: به‌نظر نمی‌آید که این دانش‌آموز فهمیده باشد که برای محاسبهٔ مساحت، لازم است هم طول و هم عرض را اندازه بگیرد و بعد آن‌ها را در هم ضرب کند.

روزا: این دانش‌آموز حتی ممکن است نداند «مساحت» یعنی چه.

جین: شما در مرحلهٔ بعدی آموزش چه خواهید کرد؟

آلیس: من مفهوم مساحت را مرور و تأکید می‌کنم که مساحت به فضای داخل شکل گفته می‌شود و مقایسهٔ فقط ارتفاع دو شکل، مساحت‌ها را به شما نمی‌دهد.

FIGURE 1. Robot Head Area Task



تصویر ۱. تکلیف مساحت سر آدمک

این گفت‌وگو با انواع پاسخ‌هایی که در اصول سنجش تکوینی ارائه شده، سازگار است. اگرچه معلمان از نتیجهٔ کار و فعالیت دانش‌آموز برای اینکه بدانند او چه می‌داند و چه بازخوردی به او می‌توانند بدهند، استفاده می‌کنند، این بحث همچنان درمورد تحلیل دقیقی که برای هدایت بحث‌های ثمربخش دربارهٔ تدریس و یادگیری مورد نیاز است، ناکافی است.

یادگیری فزاینده

«توالی یادگیری» ابزاری ارزشمند است که معلمان می‌توانند از آن برای فراتر رفتن از رویکرد سنتی و آشکار کردن ظرفیت نتیجهٔ کار دانش‌آموز استفاده کنند. توالی‌های یادگیری که در ریاضیات «مسیرهای یادگیری» نیز نامیده می‌شوند. به‌عنوان «مجموعه‌ای به‌دقت مرتب شده از عناصر اصلی توصیف شده‌اند که دانش‌آموزان در مسیر خبرگی نسبت به هدف دورتر برنامهٔ درسی مدرسه باید بر آن‌ها تسلط یابند. این عناصر اصلی شامل زیرمهارت‌ها و بخش‌های اصلی دانش توانمند کننده‌اند»[Popham, 2007:۸۳].

ایدهٔ کلیدی در پسِ توالی‌های یادگیری این است که آن‌ها از تحقیقاتی متأثر هستند که نشان می‌دهند، دانش‌آموزان چگونه یاد می‌گیرند و چگونه تفکر دانش‌آموز توسعه می‌یابد و در طول زمان به‌عنوان نتیجهٔ آموزش، پیچیده‌تر می‌شود.توالی‌های یادگیری از استانداردهای آموزشی متمایز هستند؛ توالی‌ها، راه‌های ویژه و بارز تفکر دانش‌آموزان درباره یک موضوع را توصیف می‌کنند، در حالی‌که استانداردها، گزاره‌هایی آرمانی‌اند بر اساس اجماع متخصصان درباره اینکه دانش‌آموزان چه باید بدانند و چه کارهایی باید بتوانند انجام دهند. دیگر مشخصهٔ مشترک توالی‌های یادگیری آن است که آن‌ها مراحل یا سطوحی را که دانش‌آموزان در جریان توسعه و رشد درک خود از آن‌ها می‌گذرند، انواع تکالیفی را که دانش‌آموزان در هر سطح می‌توانند انجام دهند، و شکل انجام دادن آن‌ها را توصیف می‌کنند [Heritage, ۲۰۱۳].

توالی‌های یادگیری برای تفسیر نتیجهٔ کار دانش‌آموز ایده‌ال هستند. هرچند اصول موجود در بررسی فعالیت‌های دانش‌آموز، معلمان را به بازاندیشی در مورد تفکر دانش‌آموز، با توجه به نوع فعالیتی که انجام می‌دهد، وامی‌دارد، اما توالی‌های یادگیری می‌توانند به معلمان در شناسایی نتیجهٔ کار دانش‌آموز که سطوح متفاوت توسعهٔ خبرگی را نشان می‌دهد، یاری رسانند. در انجام این کار، معلمان می‌توانند نتیجهٔ کار دانش‌آموز را در طول این طیف قرار دهند.

در طول سال تحصیلی ۱۵ـ۲۰۱۴، به‌عنوان قسمتی از یک مطالعهٔ پژوهشی، و با هدف ارزشیابیِ بینشی که توالی یادگیری را برای دانش‌آموزان میسر می‌سازد، با 22 معلم پایهٔ سوم در آمریکا و استرالیا کار کردیم. به ویژه بررسی کردیم که چگونه آشنایی با توالی یادگیری، توانایی معلمان را برای یافتن شواهدی از سطح تفکر

دانش‌آموز افزایش داد، و اینکه این دانش به معلمان کمک کرد تا آموزشی هدفمندتر و فردی شده‌ای را طراحی کنند.

این معلمان در یک دورهٔ توسعه حرفه‌ای شرکت کرده بودند که آن‌ها را با توالی یادگیری دربارهٔ اندازه‌گیری مساحت آشنا می‌ساخت و آن‌ها را در چندین فعالیت طراحی شده برای تفسیر نتیجهٔ کار دانش‌آموز با استفاده از توالی درگیر می‌کرد. شش نفر از معلمان در دورهٔ ۲۰ ساعتهٔ حضوری در مدارسشان شرکت کردند و ۱۶ نفر بقیه به‌صورت برخط و از طریق آموزش پودمانی آموزش دیدند. نتایج خیلی امیدوارکننده بود. ما دریافتیم که توالی یادگیری نه تنها به‌عنوان چارچوبی سودمند برای بررسی نتیجهٔ کار دانش‌آموز مناسب است، بلکه دانش محتوایی و پداگوژیکی معلمان برای تدریس اندازه‌گیری مساحت را هم افزایش می‌دهد. در اینجا نمونه‌ای از این پروژه را برای توضیح اینکه چطور توالی یادگیری می‌تواند به معلمان در تفسیر نتیجهٔ کار دانش‌آموز کمک کند، مطرح می‌کنیم.

انواع اندازه‌گیری از درک دانش‌آموز

اندازه‌گیریِ هندسی مساحت معمولاً به‌عنوان پوشاندن یا پرکردن جای خالی و کمّی کردن آن پوشش تعریف می‌شود. همچنان که دانش‌آموزان مهارت‌های اندازه‌گیری مساحت را در طول زمان یاد می‌گیرند، بدفهمی‌های متعددی را طبق معمول نشان می‌دهند. برای مثال، وقتی دانش‌آموزان روی تکالیفی کار می‌کنند که ایجاب می‌کند جای خالی را برای اندازه‌گیری مساحت بپوشانند، معمولاً شکاف بین واحدها را به حال خود رها می‌کنند، واحدها هم‌پوشی پیدا می‌کنند، آنها را دوبار می‌شمارند، یا واحدهای دارای اندازه‌های متفاوت را با هم ترکیب می‌کنند [Clements, Sarama & battisa, 1998; Lehrer, ۲۰۰۳]. علاوه بر آن، غالباً پیش بردن دانش‌آموزان از طریق راهبرد شمارش یا جمع کردن تک تک کاشی‌ها در یک شکل که به راهبردهای پیچیده‌تر استفاده از ساختار سطر و ستون یک شکل برای محاسبهٔ مساحت نیاز دارد، سخت است. راهبرد آخر

به درک مفهومیِ فرمول مساحت، یعنی طول ضرب در عرض، منجر می‌شود [Baturo & Nason, ۱۹۹۶]. معلم نقش مهمی در کمک به دانش‌آموزان در برطرف کردن این بدفهمی‌ها دارد و سرانجام درک مفهوم کاملی از فرمول مساحت به‌دست می‌آید.

تصویر 2 تکلیفی برای اندازه‌گیری مساحت محوطهٔ زندگی اسب آبی را نشان می‌دهد. دانش‌آموزان می‌توانند از راهبردهای متعددی برای یافتن مساحت استفاده کنند که به نوبهٔ خود، پیچیدگی استدلال آن‌ها را آشکار می‌کند. از معلمان حاضر در این مطالعه خواسته شد، پاسخ **توماس** (شکل 3 را ببینید) را بررسی کنند، تفکر و بدفهمی دانش‌آموز را توصیف کنند، و یک فعالیت آموزشی برای وی پیشنهاد دهند.

قبل از شرکت در دورهٔ توسعهٔ حرفه‌ای، توصیف‌ها و نظرات معلمان در مورد پاسخ‌های آموزشی مبهم بودند. برای مثال، وقتی خواسته شد آنچه را که توماس می‌داند و می‌فهمد، توصیف کنند، معلمان به‌جای تفکر اصلی او، راهبرد او را توصیف کردند (توماس مساحت را به وسیلهٔ قرار دادن شکل‌ها روی صفحهٔ شطرنجی و شمارش مربع‌ها می‌فهمد). آن‌ها راهبردهای آموزشی بسیار کلی، مانند مرور یا تدریس دوبارهٔ فرمول مساحت را مطرح کردند.

در مقابل، توالی یادگیری در اندازه‌گیری مساحت، فرایند تفکر دانش‌آموز را به‌طور ویژه توصیف می‌کند و در هر سطح، نمونه‌ای از آن فعالیت را ارائه می‌دهد. تصویر ۴ بعضی از مراحل مرتبط با توالی یادگیری را که ما ساخته‌ایم، نشان می‌دهد. برای آنکه دانش‌آموزان درک مفهومی کاملی از فرمول مساحت کسب کنند، از چندین مرحلهٔ میانی گذر می‌کنند که هر مرحله روی مرحلهٔ قبل ساخته می‌شود و دانش‌آموزان را برای مرحلهٔ بعدی آماده می‌کند.

با استفاده از توالی یادگیری به‌عنوان چارچوب، معلم می‌تواند دریابد که نتیجهٔ فعالیت توماس، شواهدی مبنی بر این موضوع به‌دست می‌دهد که تفکر فعلی او با مرحله‌ای که «استفاده از واحدهای مساحت برای اندازه‌گیری آن» خوانده می‌شود، سازگار است. مرحلهٔ بعدی، یادگیریِ اندازه‌گیری مساحت توسط دانش‌آموز است؛ «یعنی استفاده از مساحت مرکب[1] (ترکیبی) برای اندازه‌گیری آن». در این مرحله، دانش‌آموزان می‌فهمند که هر شکل از سطرها و ستون‌ها ساخته می‌شود و اینکه روش کارامدتر اندازه‌گیری مساحت، استفاده از شکل‌های مرکب را در پی دارد.

بعد از تکمیل دورهٔ توسعه حرفه‌ای، معلمان شرکت کننده در مطالعهٔ ما می‌توانستند تفکر دانش‌آموز را با اشاره به مراحل میانی توالی یادگیری تفسیر کنند. آن‌ها بهتر می‌توانستند به دانش‌آموزانی مانند توماس کمک کنند، از دیدن مساحت به‌عنوان مجموعه‌ای از تک تک واحدها به درک مساحت به‌عنوان مجموعه‌ای از ترکیب

1. Composites

سطر و ستون تغییر موضع بدهد. معلمان با در نظر داشتن مراحل پیچیده‌تر ذهن، پیشنهادات خاص آموزشی، مانند کار روی ترکیب و تجزیه شکل‌ها یا دادن بلوک‌های کمتر برای اندازه‌گیری مساحت، به منظور پل زدن بر شکاف بین دو مرحله و کمک به دانش‌آموزان در رسیدن به سطح بعد را مطرح کنند.

نگاهی به عقب به اولین تکلیف

با بازگشت به تکلیف اولیهٔ اندازه‌گیری مساحت سر آدمک‌ها، ملاحظه می‌شود که اگر معلمان با توالی یادگیری آشنا شده بودند، بحث آن‌ها درمورد نتیجهٔ کار دانش‌آموز می‌توانست متمرکزتر و آگاهانه‌تر باشد و از آن پیشنهادهای آموزشی واقعی‌تر و هدفمندتری نتیجه شود.

جین: در نوشتهٔ این دانش‌آموز چه چیزی را ملاحظه می‌کنید؟

آلیس: او فقط بلندی دو سر را اندازه گرفته است.

رابرت: او می‌داند چگونه به درستی از خط‌کش استفاده کند، اما به‌نظر نمی‌آید فهمیده باشد که برای مقایسهٔ مساحت لازم است، هم ارتفاع و هم پهنا را اندازه بگیرد.

جین: فکر می‌کنید این دانش‌آموز به چه فکر می‌کرده است؟

رابرت: به‌نظر می‌آید او فقط ارتفاع را به‌عنوان روشی برای اندازه‌گیری مساحت در نظر می‌گیرد. آیا این یک بدفهمی رایج در مرحلهٔ «هماهنگی ادراکیِ ویژگی‌های شکل‌ها» در توالی یادگیری نیست؟

رزا: خب، در این‌باره مطمئن نیستیم. در این تکلیف، به‌نظر می‌آید که هر دو سر پهنای یکسانی دارند. شاید دانش‌آموز متوجه این شده و به همین دلیل فقط ارتفاع را اندازه‌گرفته است.

رابرت: درست است. باید تفکر این دانش‌آموز را با دادن تکلیف‌های اضافی بیشتر بررسی کنیم.

جین: فکر می‌کنید در مرحلهٔ بعد در آموزشتان چه می‌کنید؟

رزا: من به دانش‌آموز دو شکل می‌دهم که طول و عرض خیلی متفاوتی داشته باشند تا بفهمم که آیا او دو بُعد را می‌شناسد یا نه.

آلیس: من سعی کنم دو شکل را بچرخانم و از او می‌خواهم که دوباره آن‌ها را اندازه بگیرد.

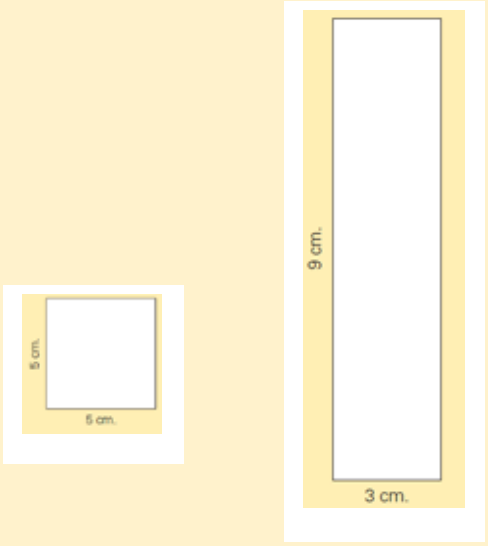
رابرت: همین‌طور می‌توانستیم از او بخواهیم که شکل‌ها را بِبُرد و سعی کند که یکی را در دیگری جا دهد. این کار به او کمک می‌کند تا بر ایدهٔ «بقای مساحت» تسلط پیدا کند.

تمرینات یادگیرنده محور

تحقیقات ما نشان می‌دهند که توالی یادگیری وقتی می‌تواند به معلمان کمک کند که آن‌ها نگاهی ثمربخش‌تر به نتیجه کار دانش‌آموز داشته باشند و بتوانند از بینش گرد آمده از طریق ارزشیابیِ تکوینیِ مستمر استفاده کنند. در پروژهٔ ما، معلمان برای معنا بخشی به توالی یادگیری و به‌کارگیری آن در کار روزانه، به‌عنوان یک گروه کار می‌کردند. این رویکرد با ایدهٔ «کاوشگری مشارکتی»[1] که برای دگرگونی تدریس و بهبود یادگیری دانش‌آموز بسیار جدی است، سازگار است [Langer & Colton, ۲۰۰۵]. و چون این توالی‌ها از مشاهدات و بینش‌های حاصل از چند دهه تحقیق روی دانش‌آموزان به‌دست آمده است، توالی‌های یادگیری به‌طور طبیعی، یادگیرنده محور هستند. توالی‌های دیدگاهی تکوینی دارند و برای کمک به معلمان بر یادگیری تک تک دانش‌آموزان در طول زمان تمرکز دارند و نیز اینکه چطور می‌توانند به آن دیدگاه تکوینی کمک کنند.

با این حال و با وجود توجه اخیر به توالی‌های یادگیری به‌عنوان ابزاری بالقوه برای اصلاح سنجش و آموزش، تلاش‌هایی انجام شده برای کمک به استفادهٔ معلمان از این توالی‌ها کافی نیست. موانع استفاده گسترده از این توالی‌ها، شامل کمبود منابع لازم در منطقه برای تداوم دورهٔ توسعه حرفه‌ای و هم‌سو نبودن توالی‌های یادگیری با برنامهٔ درسی موجود، سنجش‌ها، و مواد و مطالب آموزشی است. کار نزدیک با معلمان در حین آشنا شدن آن‌ها با توالی‌های یادگیری و تلفیق توالی‌ها در عمل (تدریس)، برای برآوردن انتظاراتی که از آن‌ها جهت کمک به معلمان و نهایتاً برای دانش‌آموزان داریم، ضروری است.

یک کارشناس حیوانات می‌گوید: لازم است محوطه‌ای جدید برای اسب‌های آبی طراحی کنیم. اسب آبی حیوانی بسیار بزرگ است که به فضای زیادی احتیاج دارد. در اینجا دو شکل داریم که از بین آن‌ها به انتخاب بپردازیم. فکر می‌کنید کدام‌یک از دو شکل به اسب‌های آبی فضای بیشتری می‌دهد؟ از کجا می‌دانید؟ درصورت لزوم می‌توانید از هر یک از این ابزارها استفاده کنید: طلق شفاف با شبکهٔ نقاط؛ قیچی؛ خط‌کش؛ کاشی‌های مربع‌شکل به ضلع یک سانتی‌متر.

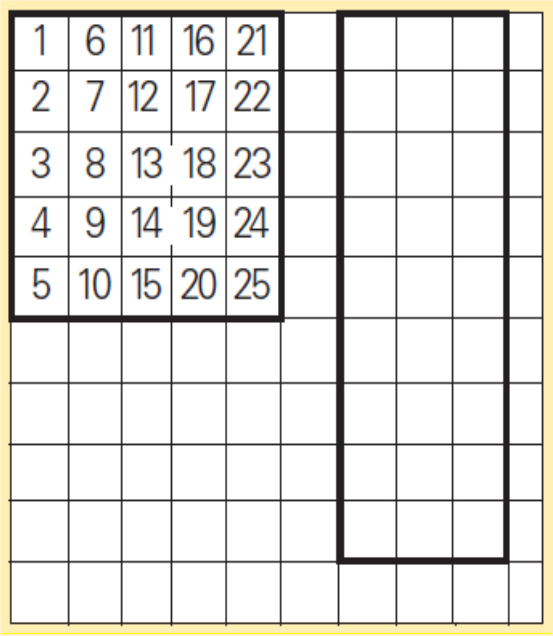


تصویر ۲. تکلیف مساحت اسب آبی

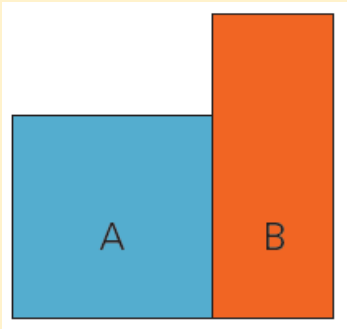
1. Collaborative inquiry

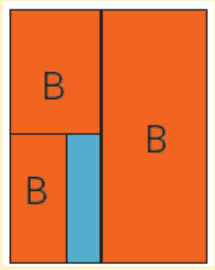
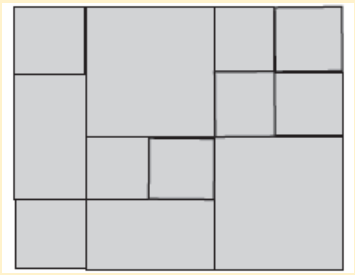
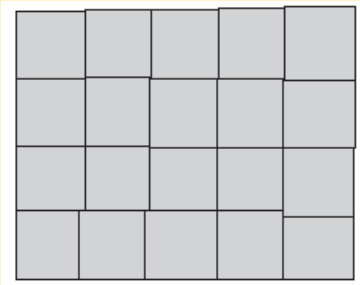
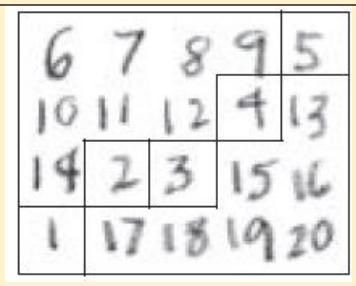
توماس مربع و مستطیل را روی صفحهٔ شطرنجی می‌کشد و می‌گوید: «می‌خواهم بشمرم کدام‌یک فضای بیشتری را گرفته‌اند.»

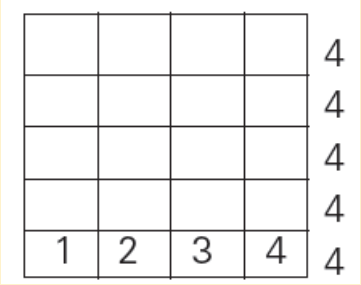
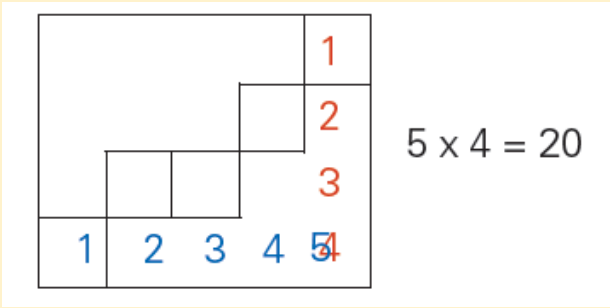
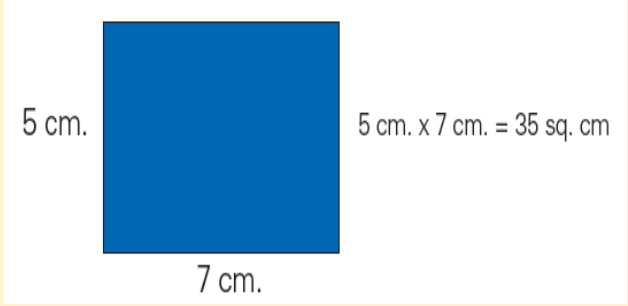
او تک تک مربع‌های صفحهٔ شطرنجی را که با مربع پوشیده شده است، می‌شمرد (همان‌طور که در اینجا نشان داده شده است) و می‌گوید: «25 جا وجود دارد.» او همین کار را برای مستطیل هم انجام می‌دهد و می‌گوید: «این یکی 27 تا جا گرفت.»



تصویر ۳. پاسخ توماس

نام مرحله	توصیف مرحله	نمونه رفتار دانش‌آموز
همـاهنگی ادراکـیِ ویژگی‌های شکل‌ها	دانش‌آموز مساحت دو شکل را با مقایسهٔ مستقیم، بدون توصیف اعداد و با کنار هم قرار دادن یا با قراردادن یکی روی مساحت دیگری، مقایسه می‌کند	«شکل ب بزرگ‌تر است، چون بلندتر است.» 

درک غیررسمی از بقای مساحت	دانش‌آموز می‌فهمد که مساحت کل یک شکل با چرخش یا برگرداندن آن، یا خرد کردن آن به تکه‌های کوچک‌تر و چینش دوبارهٔ آن‌ها کنار هم تغییر نمی‌کند	دانش‌آموز شکل ب را به تکه‌های کوچک‌تر می‌برد و برای مقایسه روی شکل الف می‌گذارد 
استفاده از واحدهای دارای مساحت مساوی	در اندازه‌گیری مساحت، دانش‌آموز اندازهٔ واحدها را در نظر می‌گیرد	یک بدفهمی رایج این است که دانش‌آموز ممکن است از کاشی‌های مربع با اندازه‌های متفاوت برای پوشاندن و اندازه‌گیری شکل استفاده کند. 
استفاده از تکرار واحد مساحت	برای اندازه‌گیری مساحت دانش‌آموز می‌تواند شکل‌ها را با واحدهای مربع پر کند، بدون اینکه شکافی بین واحدها باشد یا واحدها هم‌پوشی داشته باشند	
استفاده از واحدهای مساحت برای اندازه‌گیری مساحت	دانش‌آموز تک تک مربع‌های درون شکل را برای اندازه‌گیری مساحتش می‌شمرد	
استفاده از ترکیب مساحت برای	دانش‌آموز تعداد واحدها را در یک سطر یا ستون می‌شمارد	4 واحد در یک سطر، و در مستطیل 5 سطر وجود دارد، پس مساحت 4+4+4+4+4=20 واحد مربع است.

اندازه‌گیری مساحت	و بعد برای محاسبهٔ مساحت آن عدد را مکرراً جمع می‌کند	
استفاده از ترکیب مساحت چند سطحی برای اندازه‌گیری مساحت	دانش‌آموز، تعداد واحدهای یک سطر را می‌شمارد، بعد تعداد واحدهای یک ستون را می‌شمارد و این دو را برای محاسبهٔ مساحت در هم ضرب می‌کند	
برگزیدن فرمول رسمی برای محاسبهٔ مساحت	دانش‌آموز فرمول رسمی مساحت (طول × عرض) را به طور مناسب با کمترین درنگ به کار می‌برد	

تصویر 4. منتخب توالی یادگیری برای اندازه‌گیری مساحت

منابع

1. Baturo, A., & Nason, R. (1996).Student teachers' subject matter knowledge within the domain of area measurement. *Educational Studies in Mathematics,31*(3), 235–268.

2. Clements, D. H., Sarama, J., & Battista, M.T. (1998). Development of concepts of geometric figures in a specially designed Logo computer environment. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 20,*47–64.

3. Deuel, A., Nelson, T. H., Slav it, D., &Kennedy, A. (2009). Looking at student work. *Educational Leadership, 67* (3),69–72.

4. Heritage, M. (2013).*Formative assessment in practice: A process of inquiry and action.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

5. Langer, G. M., & Colton, A. B. (2005). Looking at student work.*EducationalLeadership,62* (5),22–27.

6. Lehrer, R. (2003). Developing understanding of measurement. In Kilpatrick, J., Martin, W.G., & Schifter, D.E. (Eds.).*A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp.179–192).Reston, VA: NCTM.

7. Popham, W. J. (2007). The lowdown on learning progressions. *Educational Leadership*,*64* (7),83–84.