رأی‌گیری در کلاس ریاضی

کِلی اِس. کلاین
مترجم: زهره هاشمی سُهی
دبیر ریاضی منطقه‌ی ۱۰ تهران

شما چگونه دانش‌آموزان خود را تشویق می‌کنید که نقشی فعال در کلاس ریاضی داشته باشند؟ برای مثال، چگونه آن‌ها را ترغیب می‌کنید که نظرات خود را ارائه دهند و در بحث‌های کلاسی درباره‌ی مفاهیم مشکل ریاضی، شرکت کنند؟ حجم وسیعی از تحقیقات آموزشی نشان‌دهنده‌ی این است که روش‌های یادگیری فعال، به‌ویژه در مقایسه با روش سنتی سخنرانی، می‌تواند بسیار مؤثرتر باشد (ر. ک. بُنوِل و ایسون (۱۹۹۱)؛ دیوید سون (۱۹۹۰)؛ دیز (۱۹۹۱)؛ هاگلهانَس و همکاران (۱۹۹۵)؛ نوروود (۱۹۹۵)؛ اشپرینگر، استان و دونوان (۱۹۹۹)). حتی زمانی که از اَبزارهای نمایشی و POWER POINT به‌همراه سخنرانی استفاده می‌کنید، دانش‌آموزان مشاهده‌کنندگان منفعلی هستند و دانش‌آموزان منفعل، به‌ندرت چیزی یاد می‌گیرند.

رأی‌گیری کلاسی[1]، روشی است قدرتمند که یادگیری فعال[2] را گسترش می‌دهد. این روش، دانش‌آموزان را با مطالب درسی مستقیماً درگیر می‌کند و می‌توان از این روش به آسانی در کلاس‌های مرسوم استفاده کرد. این روش، دانش‌آموزان را از حالت غیرفعال خارج می‌کند و آن‌ها را ملزم می‌سازد تا با مشارکت در کلاس، محیط یادگیری مؤثرتری را به‌وجود آورند. ایده‌ی اصلی این است که زمان کلاس را با دنباله‌ای از پدیده‌های قابل رأی‌گیری تلفیق کنیم و طی آن، معلم، سؤال‌های چندگزینه‌ای یا پرسش‌های درست-نادرست را به کلاس بدهد. پس از زمان کوتاهی جهت بررسی و بحث‌های غیررسمی[3] در مورد سؤال (معمولاً حدود ۲ دقیقه) دانش‌آموزان در مورد پاسخ درست، رأی خود را اعلام می‌کنند. دانش‌آموزان می‌توانند برای اعلام نظر خود، در پرسش‌های چهارگزینه‌ای، کارت‌های رنگی خاصی را بالا ببرند (کارت سبز = گزینه‌ی الف و کارت آبی = گزینه‌ی ب و...) و یا توسط دستگاه‌های الکترونیکی که بسیار شبیه به کنترل تلویزیون می‌باشند[4]، با فشار دادن دکمه‌ای خاص، نظر خود را اعلام کنند. نتیجه‌ی رأی‌گیری با کارت‌های رنگی را می‌توان با یک نگاه کوتاه به کل کلاس، ارزیابی کرد. در رأی‌گیری با ابزارهای الکترونیکی، نتیجه‌ی رأی‌های دریافت‌شده، در کامپیوتری که در جلوی کلاس قرار دارد، جدول‌بندی می‌شود و نتایج آن توسط نرم‌افزار کامپیوتری، در

یک جدول و یا یک نمودار ستونی ترسیم‌شده و برای کل کلاس به نمایش گذاشته می‌شود. پس از آن، معلم می‌تواند کلاس را با بحثی کلاسی[5] درخصوص مفاهیم مربوطه، هدایت کند.

برای مثال در کلاس حسابان من، پس از بحث در مورد این‌که چگونه می‌توان معادله‌ی خط مماس بر یک تابع در نقطه‌ای خاص را به‌دست آورد، سؤال زیر را در دستگاه overhead قرار داده و آن را با صدای بلند خواندم:

> معادله‌ی خط مماس بر تابع $f(x)=|x|$ در نقطه‌ی $(0,0)$ چیست؟
> الف) معادله‌ی خط مماس در این نقطه، $y=0$ است؛
> ب) دو خط مماس با معادله‌های $y=x$ و $y=-x$ وجود دارد؛
> ج) در این نقطه نمی‌توان بر تابع خط مماس رسم کرد؛
> د) در این نقطه می‌توان بی‌نهایت خط مماس بر تابع رسم کرد.

سپس ۲ دقیقه به دانش‌آموزان فرصت دادم و از دانش‌آموزان خواستم تا ایده‌های خود را با ایده‌های حداقل یک نفر دیگر مقایسه کنند. معمولاً تا دانش‌آموزان سؤال را بررسی کنند، کلاس حدود ۱۵ ثانیه ساکت می‌ماند؛ سپس آن‌ها گروه‌های کوچکی برای بحث تشکیل می‌دهند. زمانی که ۲ دقیقه تمام شد، از دانش‌آموزان خواستم کارت‌های رنگی خود را بیرون آورده و نظر خود را درباره‌ی گزینه‌ی درست، اعلام کنند. بعد از شمارش سه شماره، از همه‌ی آن‌ها خواستم کارت‌های خود را بالا بگیرند. اگر رأی‌های داده شده، به جواب درست نزدیک بودند، من به‌طور خلاصه در مورد این‌که چرا آن گزینه صحیح است توضیح داده و کار را ادامه می‌دهم. البته یک سؤال خوب، معمولاً پاسخ‌های متنوعی را در بر دارد و از این‌رو من نتایج را اعلام می‌کنم: «به نظر می‌رسد تعداد کسانی که گزینه‌های (الف، ب و ج) را انتخاب کرده‌اند، به‌هم نزدیک است.» سپس می‌پرسم «کدام یک از کسانی که به گزینه‌ی الف رأی داده‌اند داوطلب هستند که نظرات خود را برای سایر دانش‌آموزان در میان بگذارد؟» ممکن است دانش‌آموزی چنین توضیح بدهد که چون در این نقطه شیب خط، از ۱ تا ۱- تغییر می‌کند، در نقطه‌ای باید این خط صاف باشد، بنابراین شیب میانگین، صفر می‌شود و خط مماس باید $y=0$ باشد. سپس من از کسانی که به گزینه‌ی (ب) رأی داده‌اند می‌خواهم که دلیل درستی گزینه‌ی (ب) را توضیح دهند. امکان دارد دانش‌آموزی بگوید که چون خطوط $y=x$ و $y=-x$ هر دو از نقطه‌ی $(0,0)$ می‌گذرند، پس این خطوط، همان خطوط مماس می‌باشند. سرانجام برای بحث در مورد گزینه‌ی (ج)، ممکن است دانش‌آموزی توضیح دهد که هیچ شیبی در این نقطه وجود ندارد زیرا $\lim_{x\to 0}\frac{f(x)-0}{x-0}$ از سمت چپ برابر با ۱- و حد راست آن برابر با ۱+ می‌باشد از این‌رو حد وجود ندارد و بنابراین نمی‌توان خط مماسی رسم کرد.

اغلب زمانی که یک نفر نظر درستی ارایه می‌دهد، دانش‌آموزان دیگر کلاس به گونه‌ای واکنش نشان می‌دهند که گویا منطق مسأله را فهمیده‌اند. مواقع دیگر، جواب به این روشنی نیست و من مجبورم آن را به دقت شرح دهم و با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توانم تصمیم بگیرم که آیا موضوع را ادامه بدهم و یا سؤال مشابهی را مطرح کنم تا ببینم یادگیری و فهم دانش‌آموزان بهبود یافته است یا خیر.

مزایای رأی‌گیری در کلاس درس

این روش به دلایل مختلفی، مفید است:

۱. این روش، همه‌ی دانش‌آموزان کلاس را ملزم می‌کند تا سؤال را مورد بررسی قرار داده و نظری در مورد آن پیدا کنند وسپس در مورد پاسخِ سؤال، تصمیم بگیرند. این روش مانع از آن می‌شود که دانش‌آموزان، غیرفعال باشند و آن‌ها را تشویق می‌کند که به‌طور فعال در کلاس شرکت کرده و در مورد ریاضیات با سایر دانش‌آموزان بحث کنند.

۲. این روش، بازخوردی فوری برای معلم فراهم می‌کند. آیا دانش‌آموزان این مفهوم را درک کرده‌اند و یا نیاز است که دوباره این مفهوم مرور شود؟ اگر تعداد زیادی از دانش‌آموزان به سؤال، جواب درست دادند معلم می‌تواند به موضوع دیگری بپردازد و اگر بحث و جدلی وجود داشته باشد در آن صورت معلم فوراً در می‌یابد که باید در همان‌جا و همان لحظه، کاری انجام دهد.

۳. هم‌چنین این روش، بازخوردی فوری برای دانش‌آموزان نیز فراهم می‌کند. اگر در تدریس به روش سخنرانی، دانش‌آموزان روشی را غلط یاد بگیرند، تا زمانی که تکالیف خود را انجام نداده و پس از چند روز ورقه‌ی خود را از معلم پس نگیرند، متوجه اشتباه خود نمی‌شوند. این روش آموزشی، به دانش‌آموز این فرصت را می‌دهد که اشتباهات خود را کشف کرده

و قبل از ترک کلاس، آن‌ها را اصلاح کند.

۴. این تکنیک، تخته پرش مؤثری برای ایجاد بحث‌های کلاسی[۵] پر ثمرتر است. ممکن است دانش‌آموزان برای ابراز نظر خود در کلاس ریاضی تمایلی نداشته باشند زیرا از این که پاسخ نادرستی در برابر سایر دوستان خود ارایه دهند، هراس دارند. از آن‌جا که روش رأی‌گیری کلاسی، زمانی را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد که فکر کنند و برای ارایه‌ی نظر خود تصمیم بگیرند و از آن‌جا که آن‌ها می‌بینند سایر دانش‌آموزان نیز به همان روش، رأی می‌دهند، اغلب تمایل می‌یابند پس از رأی دادن، در مورد نظر خود، صحبت کنند. این بحث‌های کلاسی، مانع از آن می‌شود که مباحثات به چند نفر از دانش‌آموز محدود شود و جمعیت بزرگ‌تر و متنوع‌تری از دانش‌آموزان را در بر می‌گیرد.

۵. شاید مهم‌ترین مزیت این روش این باشد که مفرح است. دانش‌آموزان از این که در کلاس مشارکت داشته باشند و در فضای «بازی‌گونه» قرار گیرند، لذت می‌برند. تعدادی از دانش‌آموزان من اعتقاد داشتند که زمانی که کلاس با رأی‌گیری پیش می‌رود، زمان سریع‌تر می‌گذرد و اگر یک روز از این روش استفاده نمی‌کردیم، مورد اعتراض آن‌ها واقع می‌شدم. زمانی که دانش‌آموزان در کلاس سرگرم باشند و ساعت کلاس ریاضیات، برایشان ساعت دلپذیر و خوشایندی در روز باشد، ذهن‌هایشان بیدار و درگیر و همواره آماده‌ی یادگیری خواهد بود.

تمرین‌های تکراری[۶] یا پرسش‌های مفهومی[۷]

چه نوع سؤالاتی بهتر عمل می‌کنند؟ این روش را می‌توان با هر سؤالی که به صورت چندگزینه‌ای و یا به صورت درست/غلط باشد، به کار برد. یک روش این است که با سؤالات تکرار و تمرینی بنیادی شروع کرده و سپس به سراغ سؤالات پیشرفته‌تری که مسایل مفهومی مشکل‌تری را بررسی می‌کنند، برویم.

برخی از مؤثرترین سؤالات، برای این طراحی می‌شوند که اشتباهات متداول و بدفهمی‌ها را بیرون بکشند. معلم با علم به این که دانش‌آموزان کجا بیش‌تر اشتباه می‌کنند، می‌تواند با استفاده از روش رأی‌گیری، از همان ابتدا به مواجهه با اشتباهات آن‌ها پرداخته و به رفع و رجوع آن‌ها بپردازد. برای مثال، با آگاهی از انواع مشکلاتی که اغلب دانش‌آموزان در مورد مشتق توابع با توان منفی در کلاس حسابان دارند، از آن‌ها می‌پرسم:

مشتق تابع $f(x)=\frac{۲}{x^۳}$ چیست؟

الف) $f'(x)=۲x^{-۳}$

ب) $f'(x)=-۳x^{-۴}$

ج) $f'(x)=۶x^{-۳}$

د) $f'(x)=-۶x^{-۴}$

هـ) $f'(x)=-۶x^{-۲}$

روش رأی‌گیری کلاسی با تمرین‌های تکراری[۶]، به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد هر تکنیک جدید را با کمک گرفتن از معلم یا هم‌کلاسی‌های خود، در محیطی امن و مطمئن تجربه کنند و برای انجام تکالیف در منزل و توسط خودشان آماده شوند.

از سوی دیگر، هدف این روش این است که با ایجاد بحث در مورد مطالب درسی، دانش‌آموزان را به‌نحوی درگیر کند که مجبور شوند با پیچیدگی‌های ریاضیات، دست‌و پنجه نرم کنند. البته طرح سؤالات چندگزینه‌ای مفهومی[۷] می‌تواند چالش‌برانگیز باشد ولی غیر ممکن نیست. برای مثال:

اگر $\int_{۰}^{۶} f(x)dx=۱۰$، آن‌گاه مقدار $\int_{۰}^{۳} f(۲x)dx$ کدام است؟

الف) $\int_{۰}^{۳} f(۲x)dx=۱۰$

ب) $\int_{۰}^{۳} f(۲x)dx=۵$

ج) $\int_{۰}^{۳} f(۲x)dx=۲۰$

د) اطلاعات کافی نیست.

سؤالی نظیر این، که به بحث دقیق و تحلیل نمودارها نیاز دارد، می‌تواند فهم و درک دانش‌آموز را به چالش بکشد. آن‌ها می‌توانند ببینند که انتگرال $f(۲x)$ عملاً تابع f را با ضریب ۲ فشرده می‌کند و ناحیه‌ای با نصف مساحت ناحیه‌ی قبلی ایجاد می‌کند. مطرح کردن پرسش مفهومی چالش‌برانگیزی مانند این سؤال، در یک تکلیف خانگی که برای آن امتیازی در نظر گرفته شده است، امکان دارد بعضی از دانش‌آموزان را خسته و ناامید کند زیرا ممکن است مطمئن نباشند که چگونه باید حل مسأله را شروع کنند. روش رأی‌گیری کلاسی این اجازه را به معلم می‌دهد که سؤالات عمیق‌تری مانند این را در موقعیتی بدون نمره مطرح

کند و لذا دانش‌آموزان نسبت به از دست دادن نمره و امتیاز نگران نبوده و می‌توانند تمام توان خود را بر روی ایده‌ها متمرکز کنند.

بحث‌های قبل از رأی‌گیری

چندین روش برای هدایت کلاس طی روش رأی‌گیری وجود دارد. اول، تعیین زمان مناسبی (مثلاً دو دقیقه) که دانش‌آموزان بدانند طی آن فرصت مشخصی برای کار دارند، نه برای تلف کردن. رهیافت دیگر، سکوت کامل پس از مطرح‌کردن سؤال است. لازمه‌ی آن، این است که دانش‌آموزان به‌طور انفرادی کار کنند و هیچ‌یک رأی دیگری را کپی یا تکرار نکند. من خودم فکر می‌کنم تشویق دانش‌آموزان به بحث‌های دوستانه و غیررسمی با دیگر هم‌کلاسی‌ها در مورد هر پرسش، بسیار مؤثرتر است. من اغلب به آن‌ها می‌گویم پاسخ‌های خود را حداقل با یک نفر دیگر مقایسه کرده و درخصوص هر اختلافی، قبل از اعلام‌نظر خود بحث کنند. بحث‌های گروهی کوچک موجب می‌شود دانش‌آموزان با مسأله درگیر شوند و در مورد موضوع، با دیدگاه‌های مختلف فکر کنند و نقطه‌نظرات گوناگون درخصوص مسأله را کشف کنند. بحث‌ها می‌تواند انگیزه‌بخش و محرک باشد چرا که درنهایت هر دانش‌آموز باید به‌تنهایی رأی دهد. این روش، انگیزه‌ای فوری و مشخص ایجاد می‌کند که دانش‌آموزان دلایل نظرات سایر هم‌کلاسی‌هایشان را بپرسند، با دقت به سخنان آن‌ها گوش کنند و دیدگاه‌های مخالف را مورد بررسی قرار دهند. ترکیب این روش با روش‌های یادگیری مشارکتی دیگر مانند think-pair-share، نیز می‌تواند مؤثر باشد.

آزاد گذاشتن کلاس درس

استفاده از روش نظرخواهی کلاسی می‌تواند در عمل مشکل باشد زیرا لازمه‌ی آن، از دست دادن قدری از کنترل و تجربه‌کردن محیطی جدید است. تعداد زیادی از دانش‌آموزان تصور می‌کنند که باید در کلاس ساکت بوده و با حضور ذهن کامل به حرف‌های معلم خود گوش دهند. همه‌ی دانش‌آموزان عادت ندارند که زمان کلاس را به بحث در مورد مسایل ریاضی با دوستانشان بگذرانند و دیدگاه‌هایشان را از طریق رأی‌گیری به گوش دیگر هم‌کلاسی‌هایشان برسانند و افکارشان را برای دیگران شرح دهند. درنتیجه مهم است که برای کلاستان توضیح دهید که چه می‌کنید و به چه دلیل این کار را می‌کنید؟ اگر آن‌ها زمانی را صرف گفت‌وگو، بحث و جدل علمی و رأی دادن بکنند،

بیش‌تر یاد می‌گیرند تا این‌که صرفاً در تمام مدت در کلاس درس، شنوندگان منفعلی باشند.

ممکن است تعدادی از دانش‌آموزان در تطبیق خود با شرایط جدید، مشکل داشته باشند اما اغلب آن‌ها از این فرآیند لذت خواهند برد.

من متوجه شده‌ام که درنتیجه‌ی این فرآیند، دانش‌آموزان راحت‌تر در کلاس نظراتشان را بیان می‌کنند و اغلب در گروه‌های مباحثه‌ای کوچک، حتی زمانی که از آن‌ها خواسته نشده است، وارد بحث می‌شوند.

با وجود این‌که این روش با موفقیت در کلاس‌های درس با صدها دانشجو در دانشگاه‌های بزرگ مورد استفاده قرار گرفته است، من و همکارانم روش رأی‌گیری کلاسی را در کلاس‌های کوچک‌تر با ۲۰ تا ۳۰ دانش‌آموز مفیدتر یافتیم. تغییر روش، از روش متداول سخنرانی به روش رأی‌گیری، در کلاس‌های کوچک‌تر بسیار راحت‌تر است و تعداد بیش‌تری از دانش‌آموزان قادرند در بحث‌های پس از رأی‌گیری شرکت کنند.

رأی‌گیری الکترونیکی در برابر رأی‌گیری غیرالکترونیکی

همان‌طور که پیش از این گفته شد، رأی‌گیری کلاسی را می‌توان بدون استفاده از هیچ نوع تکنولوژی انجام داد. تنها چیزی که نیاز داریم مجموعه‌ای از کارت‌های رنگی و دستگاه پروژکتور و چند صفحه طلق، برای نمایش سؤال است. در هر حال ما متوجه شدیم که استفاده از یک دستگاه کلیکر الکترونیک (دستگاهی مانند کنترل تلویزیون که با فشار دادن دکمه‌ی آن، رأی و نظر دانش‌آموز ثبت می‌شود) و یک کامپیوتر با گیرنده‌ی رأی‌ها، این روش را برای معلم بسیار کارآمدتر می‌کند. رأی‌گیری الکترونیکی به ما کمک می‌کند که آسان‌تر بفهمیم هر دانش‌آموز،

به کدام گزینه رأی داده است. در این صورت اگر هیچ‌کس برای توضیح درباره‌ی رأی خود داوطلب نشد، معلم می‌تواند با یک نگاه سریع به صفحه‌ی کامپیوتر، یک نفر را بدین منظور انتخاب کند. با رأی‌گیری الکترونیکی آسان‌تر می‌توانیم مطمئن شویم که همه‌ی دانش‌آموزان در رأی‌گیری شرکت کرده‌اند یا نه و با یک شمارش سریع می‌توانیم بفهمیم چه تعداد رأی باید دریافت شود و رأی‌گیری را تا زمانی که همه رأی نداده‌اند، باز نگه‌داریم.

مزیت دیگر استفاده از تکنولوژی این است که عمل رأی‌گیری بسیار شخصی‌تر خواهد بود. در رأی‌گیری به‌وسیله‌ی کارت‌های رنگی، برای دانش‌آموزان خیلی سخت نیست که با یک نگاه سریع به اطراف خود، متوجه شوند که چه رنگی برنده است و کدام گزینه بیش‌ترین رأی را آورده است. ولی با استفاده از دستگاه کلیکر، هیچ‌کس متوجه رأی‌ها نخواهد شد تا زمانی که رأی‌گیری بسته شود و نمودارهای ستونی آن توسط کامپیوتر، ترسیم شود.

اشکال اصلی استفاده از تکنولوژی، هزینه و سهولت استفاده از آن است. دانشکده‌ی ما برای هر بسته شامل یک گیرنده، نرم‌افزار، ۳۲ دستگاه کلیکر به‌همراه یک کامپیوتر لب‌تاب و پروژکتور، مبلغی حدود ۱۴۵۰ دلار پرداخت. هم‌چنین، برای راه‌اندازی کامپیوتر و گرم‌شدن پروژکتور و نصب گیرنده روی دیوار، چند دقیقه‌ای زمان لازم است. (به تجربه دیدیم که یک قطعه‌ی Velcro[8] برای محافظت از گیرنده، روشی مناسب است و در این صورت، گیرنده، تمام کلیکرها را «می‌بیند».) زحمت ما به حداقل می‌رسد، اما زمان نیز بسیار باارزش است، و هرچه رأی‌گیری در کلاس بیش‌تر طول می‌کشد و دیر می‌شود، من هم مانند اسپند روی آتش، این‌ور و آن‌ور می‌پرم.

منابع

در کتاب‌ها و مقالات زیادی، روش رأی‌گیری کلاسی و تجارب معلمان مختلف توصیف شده است. این روش برای اولین‌بار در کلاس‌های فیزیک مقدماتی توسط اریک مازور در دانشگاه هاروارد، به‌کار گرفته شد و به همین دلیل گاهی به آن «آموزش هم‌سالان»[9] گفته می‌شود. (کروچ و مازور (۲۰۰۱)؛ فاگن، کروچ و مازور (۲۰۰۲)؛ مازور (۱۹۹۷)).

این روش در زمینه‌های متنوعی از علوم شامل نجوم (گرین، (۲۰۰۳) و شیمی (لَندیس و همکاران، (۲۰۰۰) به‌کار گرفته شده است. در چند سال گذشته این روش در ریاضی در چندین مؤسسه، با نتایج مثبت مورد استفاده قرار گرفته شده است (باتلر (۲۰۰۵)؛ لومن و رابینسون (۲۰۰۴)؛ پیلزِر (۲۰۰۱)؛ سکلاتر (۲۰۰۲)).

منابع زیادی برای سؤالات چندگزینه‌ای و درست ـ غلط، صرفاً برای روش رأی‌گیری کلاسی در حسابان، طراحی شده است که اغلب با عنوان «تست‌های مفهومی»[10] نامیده می‌شود. پروژه سؤالات خوب دانشگاه کورنل[11] کتابخانه‌ی گسترده‌ای از سؤالات را به‌وجود آورده است و مجموعه‌ی بزرگی از منابع برای هر کسی است که بخواهد این روش را برای اولین‌بار امتحان کند. مجموعه‌ی دیگری از سؤالات با «بسته‌ی راهنمای معلم» برای جزوه‌ی حسابان کنسرسیوم هاروارد، همراه شده است (هوگز، هالت و همکاران، ۲۰۰۲). اغلب تست‌های مفهومی آن‌ها، چندگزینه‌ای هستند که برای رأی‌گیری کلاسی مهیا شده‌اند که در میان آن‌ها، سؤالات از نوع پاسخ‌ـ‌آزاد نیز پخش شده است.

مارک سکلاتر از کالج سنتنری[12] مجموعه‌ی شخصی از سؤالات رأی‌گیری کلاسی در درس حسابان چندمتغیره فراهم آورده است.[13]

در حال حاضر سه شرکت بزرگ، سیستم‌های الکترونیکی روش رأی‌گیری کلاسی از این نوع را که می‌تواند توسط یک کامپیوتر و یک پروژکتور به‌اجرا دربیاید، می‌فروشند.

سیستمی که ما استفاده می‌کنیم، سیستم پاسخ‌گویی شخصی[14] نامیده شده و توسط شرکت GTO Calcomp فروخته می‌شود.[15] این سیستم برای ما بسیار عالی کار کرده است. گیرنده‌ی PRS بدون آداپتور مخصوص به پُرت USB وصل نمی‌شود که این برای ما هنگامی که سعی کردیم آن را به Laptap وصل کنیم مسأله ایجاد کرد. دیگر سیستم‌های الکترونیکی رأی‌گیری کلاسی، توسط شرکت‌های تکنولوژی آموزشی[16] و شرکت eInstraction با عنوان «سیستم تجهیزات کلامی»[17] ارائه می‌شود.[18]

جمع‌بندی

معلمان ریاضی کالج ما، از قدرت روش رأی‌گیری کلاسی شگفت‌زده شده و سریعاً آن را در کلاس‌های خود به‌کار برده‌اند. دانشکده‌ی ما اقدام به خرید چهار مجموعه کامپیوتر و کلیکر کرده است که در حال حاضر توسط ۵ معلم در تمام ۶ بخش

حسابان و دو بخش حساب چندمتغیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌منظور افزایش موفقیت این روش، در حال حاضر مشغول طراحی سؤالاتی برای درس‌های جبر خطی و معادلات دیفرانسیل هستیم.

رأی‌گیری کلاسی را یک‌بار امتحان کنید. تنها چند دقیقه طول می‌کشد که کارت‌های رنگی را پخش کنید و تهیه‌ی چند سؤال جالب بر روی طلق‌های شفاف، زمانی از شما نمی‌گیرد. اگر تجربه‌ی ما گواه باشد، شما از این‌که دانش‌آموزان به‌سرعت مشغول‌شده و از یادگیری ریاضیات با یکدیگر لذت می‌برند، شگفت‌زده خواهید شد.

زیرنویس‌ها

1. Classroom Voting
2. Active Learning
3. Informal Discussion
4. Clicker
5. Class Discussion
6. Drill
7. Conceptual Questions
8. Velcro Pitch
9. Peer Instruction
10. Concept Tests
11. The Cornell Good/ Questions Project
(www.math.cornell.edu/~ Good Questions/)
12. Centenary College
۱۳. برای اطلاعات بیش‌تر به آدرس زیر مراجعه کنید:
personal.centenary.edu/~mschlat/conceptests.pdf
14. Personal Response System
۱۵. قبلاً این شرکت Educue نامیده می‌شد. برای اطلاعات بیش‌تر به آدرس زیر مراجعه کنید:
www.gtcocalcomp.com/interwritpres
16. www.h-ittcom
17. CPS Classroom Performance System
18. www.einstruction.com

منبع اصلی ترجمه‌شده

Kelly S. Cline, Classroom Voting in Mathematics, **Mathematics Teacher**, Vol. 100, No. 2, September 2006.

مراجع

Bonwell, Charles, and James Eison. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, DC: George Washington University, School of Education and Human Development, 1991.

Butler, Melanie. "What I Learned from… Using a personal Response System." *FOCUS* 25 (March 2005): 15. Crouch, Catherine H., and Eric Mazur. "Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results." *American Journal of Physics* 69 (September 2001): 970-77.

Davidson, Neil, ed. *Cooperative Learning in Mathematics*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley, 1990.

Dees, Roberta L. "The Role of Cooperative Learning in Increasing Problem-Solving Ability in a College Remedial Course." *Journal for Research in Mathematics Education* 22 (1991): 409-21.

Fagen, Adam P., Catherine H. Crouch, and Eric Mazur. "Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms." *Physics Teacher* 40 (April 2002): 206-9.

Green, Paul J. *Peer Instruction for Astronomy*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003.

Hagelgans, Nancy L., Barbara E. Reynolds, Keith Schwingendorf, Draga Vidakovic, Ed Dubinsky, Mazen Shahin, and G. Joseph Wimbish Jr., eds. *A Practical Guide to Cooperative Learning in Collegiate Mathematics*. MAA Notes No. 37. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1995.

Hughes-Hallett, Deborah, Andrew M. Gleason, Daniel E. Flath, Sheldon P. Gordon, Patti F. Lock, David O. Lomen, David Lovelock, et al. *Calculus, Single and Multivariable*. 3rd ed. New York: John Wiley and Sons, 2002.

Landis, Clark R., Arthur B. Ellis, George C. Lisenky, Julie K. Lorenz, Kathleen Meeker, and Carl C. Wamser. *Chemistry Concep Tests: A Pathway to Interactive Classrooms*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.

Loman, David O., and Maria K. Robinson, "Using Concep Tests in Single and Multivariable Calculus." In *Proceedings of the 16 th Annual International Conference on Technology in Collegiate Mathematics*. New York: Addison-Wesley, 2004.

Mazur, Eric. *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.

Norwood, Karen S. "The Effects of the Use of Problem Solving and Cooperative Learning on the Mathematics Achievement of Underprepared College Freshmen." *PRIMUS* 5 (June 1995): 229-52.

Pilzer, Scott. "Peer Instruction in Physics and Mathematics." *PRIMUS* 11 (June 2001): 185-92.

Schlatter, Mark. "Writing Concep Tests for a Multivariable Calculus Course." *PRIMUS* 12 (December 2002): 305-14.

Springer, Leonard, Mary E. Stanne, and Samuel Donovan. "Effects of Cooperative Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering, and Technology: A Meta-Analysis." *Review of Educational Research* 69 (1999): 21-51.