Archive of SID

مقاله مروری

پژوهش در آموزش شیمی، سال چهارم، شماره دوم، انتشار: بهار ۱۴۰۲

پژوهش در آموزش شیمی
مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران
http://chemedu.cfu.ac.ir

واقعیت افزوده در آموزش شیمی

مهرنوش پهلوانلو*
دانشجو کارشناسی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، پردیس هاشمی نژاد، مشهد، ایران
*pahlevanloo08@gmail.com

چکیده:

یادگیری و آموزش درس شیمی به علت مفاهیم پیچیده، ناملموس و انتزاعی آن اغلب دشوار تلقی می شود. یکی از راه های تسهیل این امر، استفاده از فناوری های آموزشی در تدریس شیمی است. فناوری واقعیت افزوده، یک تجربه تعاملی از یک محیط واقعی است که امکان افزایش درک مفاهیم پیچیده را در اکثر سطوح آموزشی فراهم می کند. با وجود پژوهش های فراوان انجام شده در داخل کشور که در زمینه کاربرد واقعیت افزوده در آموزش صورت گرفته است، هیچ مطالعه نظام مندی که بر کاربرد این فناوری در آموزش شیمی تمرکز داشته باشد، یافت نشد. پژوهش حاضر، یک مرور متون نظام مند به منظور بررسی دستگاه های پرکاربرد، مزایا و چالش های استفاده از واقعیت افزوده در آموزش شیمی است. در میان نتایج، مفاهیم مربوط به ساختار های مولکولی از جمله موضوعاتی بود که در آموزش و یادگیری آن، بیشترین استفاده از واقعیت افزوده صورت می گرفت و مزایای استفاده از این فناوری در حوزه یادگیری عاطفی متمرکز شده است. تلفن های هوشمند و تبلت ها، دستگاه های غالب در استفاده از این فناوری در کلاس های درس بودند. همچنین با توجه به نتایج تحقیقات مورد مطالعه، پیشنهاداتی در جهت حمایت از استفاده فعال از این فناوری در آموزش شیمی عنوان شد.

کلیدواژه‌ها: واقعیت افزوده، آموزش شیمی، فناوری آموزشی، یادگیری

www.SID.ir

Archive of SID

مقدّمه

پیشرفت های روزافزون در زمینه فناوری اطلاعات به صورت چشمگیری ساختارهای گوناگون بخصوص نظام آموزش و پرورش را تحت تأثیر خود قرار داده است. در دو دهه اخیر، طراحی و تولید محتوای آموزشی نیز از شیوه های سنتی به سمت شیوه های نوین سو گرفته است. از سویی دیگر امروزه بحث در مورد روش های یاددهی - یادگیری و تدریس معلمان در کلاس های درس، یکی از مباحث اساسی و اصولی در حوزه تعلیم و تربیت است که توجه بسیاری از متخصصان تعلیم و تربیت، برنامه ریزی درسی و روانشناسی تربیتی را به خود جلب کرده است(شعبانی، ۱۳۹۱). امروزه روش های فعال تدریس که بتواند فعالیت های دانش آموزان را تقویت و یادگیری را به یک جریان دو سویه تبدیل کند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این روش ها معلم بیشتر در نقش تسهیل کننده و ایجاد کننده فرصت های مناسب برای یادگیری ظاهر شده و سازگاری بیشتری می تواند ایجاد کند(قره خانی، سلیمانی، ۱۳۹۶).

ظهور فناوری های اطلاعاتی و ارتباطی متنوع، فرایند آموزش و یادگیری را دگرگون ساخته و فناوری های نوینی را در امر آموزش به خدمت درآورده است که می توان از آن ها برای حل مشکلات گریبان گیر نظام آموزشی مانند کیفیت پایین یادگیری، نابرابری های آموزشی و بی توجهی به شرایط بومی و ملی استفاده کرد و از قابلیت های آن برای ایجاد یادگیری اثربخش نهایت استفاده را کرد. فناوری اطلاعات و ارتباطات، الگوی فکری آموزش را دگرگون و مدل های آموزشی را غنی تر کرده است و شیوه‌های جدیدی نیز ایجاد می‌کند؛ این مدل ها ویژگی آموزش مبتنی بر فناوری را به اشتراک می گذارند و شیوه های جدید آموزش و یادگیری را پیشنهاد می‌کنند که در آن، یادگیرنده نقش فعالی داشته و بر یادگیری خودراهبر، مستقل، انعطاف پذیر و تعامل کننده تاکید دارد(فرج اللهی و ظریف صنایعی،۱۳۸۸).

بر اساس سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، استفاده هوشمندانه از فناوری‌های نوین در نظام تعلیم و تربیت رسمی و عمومی به منظور گسترش و تامین همه جانبه عدالت آموزشی و تربیتی در اقصا نقاط کشور و به خصوص نقاط محروم از ضروریات است. ارائه الکترونیکی اطلاعات و محتویات کتاب هایی که حاوی ابزار ها و دستگاه های مختلف هستند، می تواند جایگزینی مناسب برای ابزار آزمایشگاهی و کارگاهی به منظور بهبود یادگیری دانش آموزان، به خصوص آن هایی که به کارگاه و آزمایشگاه های مجهز دسترسی ندارند محسوب گردد(جعفری و همکاران،۱۳۹۶). از این میان، فناوری واقعیت افزوده یا Augmented Reality ، که به اختصار AR نامیده می شود، به دلیل قابلیت های خود محبوبیت بیشتری یافته است.

فناوری واقعیت افزوده یک نوع فناوری است که تعامل بین دنیای واقعی و اشیا مجازی را امکان پذیر می کند. فناوری واقعیت افزوده امکان ترکیب عناصر دنیای واقعی را از طریق یک دوربین با عناصر چندرسانه ای دیگر فراهم می کند. این فناوری یک فناوری سه بعدی است که با یک لایه

www.SID.ir

Archive of SID

متنی از اطلاعات، درک حسی کاربر را از دنیای واقعی تقویت می کند(آزوما[1]، ۱۹۹۷). فناوری واقعیت افزوده عبارت است از برروی هم گذاری بی درنگ تصاویر مجازی اعم از دو بعدی، سه بعدی، فیلم، انیمیشن و موارد مشابه بر دنیای واقعی و با زاویه و موقعیت مکانی مناسبی که از دید کاربر مانند عنصر افزوده شده ای به دنیای واقعی قلمداد شود؛ که در صورت وجود امکان تعامل کاربر با این عناصر، به عنوان واقعیت افزوده تعاملی شناخته می شود(تیل[2]،۲۰۱۹). واقعیت افزوده یک نمای فیزیکی پویا است که با کاربر در تعامل مستقیم و غیرمستقیم می باشد. این فناوری عناصری را از طریق دریافت و پردازش اطلاعات کاربر به پیرامون دنیای واقعی افراد اضافه می‌کند. پردازش اطلاعات توسط سنسور های ورودی مانند صدا، ویدئو، تصاویر گرافیکی یا داده های GPS صورت می گیرد.

این نوع فناوری ابتدا توسط آزوما مطرح شد و سپس از دهه ۱۹۹۰ در زمینه های داروسازی، نظامی، رباتیک، توریست و اخیرا در شبکه های اجتماعی و آموزش و پرورش به طور گسترده ای به کار گرفته می شود(باور[3] و همکاران،۲۰۱۴).

واقعیت افزوده، یکی از جدیدترین پتانسیل های فناورانه است که در زمینه آموزش و پرورش مورداستفاده قرارگرفته است؛ و مطالعات مختلفی در چند سال اخیر با توجه به توانایی این ابزار در ایجاد فضای قدرتمند آموزشی و در حوزه های مختلف علمی و در سنین متفاوت انجام پذیرفته است که در اکثر آنها خلق دانش، بهبود وضعیت تحصیلی، مهارت آموزی، پرورش خلاقیت، کاهش بار شناختی، قدرت تحلیل و خلق ایده در وضعیت بهتری نسبت به روش سنتی قرار داشته است(رونهورن و جانسن[4]،۲۰۱۷). ا کثر مطالعات تجربی که استفاده از واقعیت افزوده را در زمینه های مختلف آموزشی مورد بررسی قرار داده اند، نشان می دهند که واقعیت افزوده بر یادگیری ساختاریافته نظام مند که هدف خاصی را در کلاس درس به دنبال دارد تأثیرگذار می باشد.

پژوهش های فراوانی درحوزه فناوری واقعیت افزوده و ارتباط آن با یادگیری دانش آموزان وجود دارد. هانگ[5] و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی با عنوان واقعیت افزوده در آموزش و پرورش نشان دادند که کاربرد فناوری واقعیت افزوده منجر به افزایش همکاری میان دانش آموزان می گردد. العزاوی[6] و همکاران(۲۰۱۹)، کاربرد فناوری واقعیت افزوده را روشی جدید به منظور ارائه مطالب به صورت سه بعدی عنوان نموده اند. در بین تحقیقات داخلی نیز می توان پژوهش هایی را ذکر کرد، از جمله طالب و محمودی(۱۳۹۷)، پژوهشی با عنوان واقعیت افزوده و مفاهیم و کاربرد آن درآموزش انجام داده اند. نتایج نشان داد که علیرغم نقاط ضعفی که واقعیت افزوده دارد این فناوری بیش از هر چیز، به دانش آموزان در جهت درک مطالب و بهتر اندیشیدن آنها کمک می کند. این در حالی است که نیاز کنونی جوامع وجود ذهنی خالق، جهت خلق اندیشه های نوین و کارا است. مشعشعی، مقامی

[1] Azuma
[2] Thiel
[3] Bower
[4] Revenhorn & Jansén
[5] Huang
[6] Akçayır

www.SID.ir

Archive of SID

و زارعی زوارکی(۱۳۹۸)،در تحقیقی با عنوان تاثیر فناوری واقعیت افزوده با بهره گیری از مدل آموزشی مریل در پیشرفت تحصیلی دانش آموزان نشان داد پیشرفت تحصیلی دانش آموزانی که با روش نرم افزار واقعیت افزوده با طراحی آموزشی آموزش دیده اند، در مقایسه با آن هایی که با روش سنتی آموزش دیده اند از عملکرد بهتری برخوردار هستند. غریبی، ناطقی، موسوی پور و سیفی(۱۳۹۹)، در تحقیقی با عنوان تاثیر آموزش به روش واقعیت افزوده بر یادگیری، یاد داری و بار شناختی در درس زیست شناسی نشان داد یادگیری و یادداری گروه واقعیت افزوده به صورت معناداری بیشتر از گروهی بود که به روش سنتی آموزش دیده بودند. فارغ و جعفری سیسی(۱۳۹۹)، نشان داد آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری درس علوم تجربی تاثیر مثبت و معناداری دارد. فلاحی(۱۳۹۹)، نشان داد از مهمترین کارکردهای واقعیت افزوده زنده نگه داشتن موضوعات آموزشی و پژوهشی و مرتبط کردن آنها با اطلاعات به روز است. خاطری و همکاران(۱۳۹۹)، نشان داد فناوری واقعیت افزوده در یادگیری دانش آموزان تاثیر مثبت و معناداری دارد. رجبیان دهزیره و همکاران(۱۳۹۸)، نشان داد استفاده از واقعیت افزوده آموزشی بر یادگیری مادام‌العمر عملکرد یادگیری دانش آموزان و همچنین مولفه های یادگیری مادام‌العمر تاثیر دارد.

هدف و پیشینه پژوهش

تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف جهان در زمینه ابزار واقعیت افزوده، ارزیابی اهمیت آموزشی این فناوری، تاثیر آن در فرایند یادگیری، مزایا و معایب استفاده از آن در فرایند تدریس شیمی انجام شده است.

از جمله پژوهشی که توسط لام[1] و همکاران(۲۰۲۰) انجام شده است و واقعیت افزوده تعاملی همراه با فعالیت های طبیعی با هدف یادگیری آزمایش شیمی را مطرح می کند. بدین صورت که اقدامات فیزیکی مانند امکان تکان دادن و ریختن مواد آزمایشی با استفاده از واقعیت افزوده مبتنی بر نشانه (درج شده بر روی کارت یا جعبه) وجود دارد. نتایج نشان داد که تغییرات معناداری بین میانگین نمرات گروه های آزمایشی و کنترل وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که مشارکت دانش آموزان بیشتر شده و یادگیری افزایش می یابد. چن و لیو[2] (۲۰۲۰)، در پژوهشی که با عنوان "استفاده از واقعیت افزوده باهدف تجربه عناصر درس شیمی" انجام دادند، نشان دادند که گروهی از دانش آموزان که به طور عملی مفهوم واکنش شیمیایی را آموخته بودند، به طور قابل توجهی عملکرد و علاقه بیشتری نشان می دادند. همچنین، دانش آموزانی که از فناوری واقعیت افزوده استفاده کردند، ۴ ماه بعد نیز یادگیری ماندگاری را در مورد درک مفهومی از عناصر شیمیایی نشان دادند. در مطالعاتی که وان، سان و عمر[3] (۲۰۱۸)، با عنوان" فناوری واقعیت افزوده برای آموزش شیمی پایه دهم: آیا یادگیری دانش آموزان از این طریق بهتر است؟" انجام دادند به این نتیجه رسیدند که

[1] Lam et al
[2] Chen & Liu
[3] Wan, San & Omar

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات معناداری بین میانگین نمرات گروه های آزمایشی و کنترل وجود دارد و استفاده از فناوری واقعیت افزوده تأثیر مثبت معناداری بر نتایج یادگیری دانش آموزان داشته و نیز منجر به افزایش سرزندگی و تعامل میان آن ها شده است. تاچگین[1] و همکاران(۲۰۱۶)، فناوری واقعیت افزوده را یکی از ضروری ترین ابزارهای کمک آموزشی برای یادگیری مفاهیم شیمیایی غیرملموس مانند اتم، مولکول و پیوند شیمیایی معرفی کرده اند. بر اساس تحقیقات انجام شده کیفیت مدل های سه بعدی که ابزارهای واقعیت افزوده برای مفاهیم انتزاعی شیمی ارائه می کنند تاثیرات مثبتی بر سطح علاقه و کسب دانش فراگیران دارد. کای[2] به همراه نویسندگان همراه(۲۰۱۴)، تاثیرات مثبت استفاده از فناوری واقعیت افزوده بر توسعه تفکر فضایی دانش آموزان و توانایی تصور ساختارهای سه بعدی را ثابت کرده اند. یورداخ[3] و همکاران(۲۰۱۲)، تاثیرات مطلوب فناوری واقعیت افزوده بر اثربخشی درک مفاهیم پیوند شیمیایی، جدول تناوبی و روند های تناوبی موجود در میان عناصر شیمیایی را به دلیل استفاده از مدل های اتمی و مولکولی بیان کرده اند. مرکانت[4] و همکاران(۲۰۱۲)، تاثیر شبیه سازی با استفاده از محیط های مجازی را بر ویژگی های فراگیران بررسی کردند. نتایج نشان داد که استفاده از محیط های مجازی سه بعدی باعث ارتقای یادگیری شیمی دانش آموزان می شود. ال سید،زید و شاراوی[5] (۲۰۱۱)، یک فناوری نوین مبتنی بر واقعیت افزوده را طراحی کردند که مفاهیم کتاب درسی را در قالب تصاویر سه بعدی نشان می داد. نتایج حاصل نشان داد که استفاده از این ابزار به دانش آموزان در تجسم مفاهیم، تعامل با نظریه ها و ماندگاری یادگیری کمک می کند. لرداخ، پریبینو و بالوگ[6] (۲۰۱۲)، یک جدول تناوبی را بر اساس واقعیت افزوده ارائه کردند. نتایج نشان داد که دانش آموزان با کمک این ابزار، جدول تناوبی را جامع تر و آسان تر درک می کنند. وجکیچوسکی و کلاری[7](۲۰۱۳)، یک محیط مجازی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده را طراحی کردند که در آن دانش آموزان می توانستند آزمایش های مختلف شیمی را انجام دهند. نتایج نشان داد که این روش با ایجاد فرصت های کار با اشیا باعث مشارکت فعال و افزایش انگیزه دانش آموزان برای یادگیری شده است.

پژوهش های زیادی نیز در داخل کشور انجام شده است که کاربرد فناوری واقعیت افزوده را در جنبه های خاص مربوط به یادگیری مانند انگیزه،تمرکز و ... بررسی کرده اند. با بررسی پژوهش هایی که در حوزه فناوری واقعیت افزوده در داخل کشور انجام شده است، هیچ مطالعه نظام مندی که به کاربرد این فناوری در آموزش شیمی تمرکز داشته باشد، یافت نشد. از این رو پژوهش حاضر به مرور

[1] Taçgin
[2] Cia
[3] Iordache
[4] Merchant
[5] El Sayed, Zayed & Sharawy
[6] Iordache, Pribeanu& Balog
[7] Wojciechowski & Cellary

www.SID.ir

Archive of SID

مطالب مربوط به فناوری واقعیت افزوده و کاربرد آن در آموزش شیمی به همراه بیان مزایا،محدودیت ها و ارائه پیشنهاداتی در جهت استفاده فعال از این فناوری می پردازد.

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر توصیفی است. بر این اساس مطالعه و بررسی بر روی مقاله های نمایه شده در پایگاه های علمی معتبر انجام شد. مقالات با استفاده از کلید واژه های واقعیت افزوده، آموزش شیمی و فناوری آموزشی جست و جو و استخراج شدند. در نهایت تعدادی از مقالات در چند سال اخیر مورد مطالعه قرار گرفت و برای تحلیل و بررسی طبقه بندی شدند.

یافته های پژوهش

علم شیمی یکی از درس های حوزه مطالعاتی علوم تجربی است که به بررسی ساختار، رفتار و تغییرات مواد می پردازد. شیمی دانش عملی است و آموزش مفاهیم آن نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی برای مشاهده ظاهری فعل و انفعالات شیمیایی، کتب درسی مناسب برای فراگیران، اصول تولید و نظری دارد(مقدم،۱۳۹۲). موفقیت در درس شیمی نیازمند درک درستی از مفاهیم علم شیمی و مهارت های عملی برای انجام فعالیت های آزمایشگاهی است. یادگیری و درک مفاهیم شیمی به علت مفاهیم پیچیده، غیر قابل لمس و انتزاعی اغلب دشوار است. همچنین بسیاری از آزمایشات شیمیایی به دلیل تجهیزات ناکافی، زمان محدود آموزش و یا خطرات احتمالی قابل اجرا در مدارس نیست. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از مدل ها و شبیه سازی کمک زیادی به بهبود درک و مفاهیم شیمی نموده و بسیاری از کج فهمی های رایج را برطرف می سازد(بدریان و رستگار،۱۳۸۶). بسیاری از مفاهیم موجود در درس شیمی به صورت مستقیم توسط دانش آموزان درک نمی شوند. از این رو دانش آموزان ناگزیرند که مفاهیم انتزاعی را به صورت تصاویر و اشیا مجازی در تخیل خود ایجاد کنند. از آنجا که همه دانش آموزان قادر به بهره گیری از تجسم فضایی خود برای تصویرسازی ذهنی نیستند، درس شیمی به عنوان یکی از دروس چالشی برای دانش آموزان محسوب می شود. درک دنیای شیمیایی میکروسکوپی و ماکروسکوپی، مفاهیم انتزاعی که شامل موضوعات پیچیده مانند ساختار مواد، واکنش های شیمیایی، پیوندهای شیمیایی و تجسم مدل های سه بعدی از جمله موضوعاتی در درس شیمی است که یادگیری آن ها برای دانش آموزان بسیار چالش برانگیز می باشد.اغلب مفاهیم پایه ای شیمی در سطح میکروسکوپی بررسی می‌شوند که درک آن ها برای دانش آموزان دشوار است.

توانایی چرخش ذهنی یک ویژگی متغیر است که می تواند در طول زندگی با آموزش های موثر توسعه و پیشرفت کند(ترلکی[1] و همکاران،۲۰۰۸). بنابراین معلمان شیمی با اتخاذ روش ها و ابزار های مناسب آموزشی می توانند به دانش آموزان خود کمک کنند تا در حوزه تجسم فضایی مهارت

[1] Terlecki

www.SID.ir

Archive of SID

پیدا کنند(هالپرن[1]،۲۰۰۵). هارل و تاونز[2](۲۰۱۱)، به ویژه به آموزش تبدیل تصاویر دو بعدی به سه بعدی اشاره می کنند. توانایی فضایی لازم برای تصور و چرخش مدل های شیمیایی سه بعدی، مقادیر بالایی از بار شناختی را در حین یادگیری بر فراگیران تحمیل می کند. بنابراین یادگیرندگان با مهارت های تجسمی پایین دچار مشکل می شوند. استفاده از یک ابزار یادگیری حمایتی مانند واقعیت افزوده با ارائه اطلاعات بصری و شفاهی به طور پیوسته، یادگیرندگان را قادر می سازد تا ارتباط بهتری بین تصویر و شکل سه بعدی آن ها ایجاد کنند(وو[3]،۲۰۰۴).

عدم درک عمیق و درست از مفاهیم پایه ای شیمی، یکی از عوامل ایجاد کج فهمی ها در درس شیمی است. دلیل یادگیری با عمق کم و ناپایدار درس شیمی می تواند به حجم بالای مطالب درسی در هر پایه ی آموزشی نسبت داده شود و این عامل خود می تواند عامل کج فهمی های بیشتر شود.

از فناوری واقعیت افزوده در آموزش موضوعات مختلفی در شیمی مانند واکنش های شیمیایی، پیوند های شیمیایی، ساختار های مولکولی، جدول تناوبی و شیمی آلی و ... استفاده می شود(سویان و تالانکر[4]،۲۰۱۴). بررسی نتایج تحقیقات نشان می دهد که ساختار های مولکولی متداول ترین موضوعی است که در آموزش آن از فناوری واقعیت افزوده استفاده شده است. زیرا تجسم سه بعدی ساختارهای اتم و مولکول برای اغلب دانش آموزان دشوار است. همچنین درک ساختار سه بعدی مولکول ها برای درک مفاهیمی مانند رفتار و خواص مواد، پیوند ها و واکنش های شیمیایی ضروری است. استفاده از تصاویر دو بعدی برای آموزش موضوعات مربوط به ساختارهای مولکولی نمی تواند درک درستی از ساختار اصلی مولکول ها ایجاد کرده و همین موضوع باعث می شود تجسم ساختار مواد و فرآیند های فضایی به یکی از مهم ترین چالش های اصلی دانش آموزان در یادگیری درس شیمی تبدیل شود(مایر و کلینکر[5]،۲۰۱۳).

پیوند شیمیایی از دیگر مفاهیم بنیادی در شیمی محسوب می شود که جنبه انتزاعی دارد. یادگیری پیوند شیمیایی مستلزم دانستن جزئیات و مفاهیم پیچیده ای است که یادگیری آن را برای بسیاری از دانش آموزان دشوار می کند. وجود انواع مختلف پیوندهای شیمیایی (فلزی، یونی، کووالانسی، قطبی و غیر قطبی، بین مولکولی و ...)، مفاهیم انتزاعی و عدم درک مفهومی آن منشا ایجاد کج فهمی های متعددی در دانش آموزان است. این عدم درک مفهومی پیوندهای شیمیایی بسیاری از دانش آموزان را به سمت حفظ کردن طوطی وار مفاهیم و در نتیجه شکل گیری کج فهمی ها سوق میدهد(اصغری لالمی وامانی،۱۴۰۰).

به کارگیری روش غیر فعال مانند سخنرانی، عدم ایجاد انگیزه و شوق یادگیری در فراگیران از جمله مواردی است که می تواند بر یادگیری تاثیر منفی بگذارد. برنامه درسی شیمی باید موجب بالا

[1]Halpern
[2] Harle & Towns
[3] Wu
[4] Sevian & Talanquer
[5] Maier & Klinker

www.SID.ir

Archive of SID

بردن ارتباط بین تجارب ماکروسکوپی دانش آموزان و توضیحات میکروسکوپی علمی آن ها گردد. ابزارهایی باید در دسترس دانش آموزان قرار گیرد که به آنها در ایجاد پیوند بین مفاهیم کمک کند.

در آموزش شیمی به روش سنتی، معلم نقش اصلی در کلاس درس را بر عهده دارد. در این روش معلم تنهایی به ارائه دانش تئوری می پردازد. این در حالی است که با توجه به ماهیت درس شیمی دانش آموزان نیز باید در محیط یادگیری شرکت کرد و با انجام آزمایشات به بررسی عملی مباحث بپردازند. با توجه به ماهیت درس شیمی بدون شک منابع درسی موجود، وضعیت تجهیزات مدارس، ابزارهای کمک آموزشی و روش های تدریس به کار گرفته شده نمی‌تواند پاسخگوی نیازهای یادگیری دانش آموزان در درس شیمی باشد. از این بازنگری اساسی در روش های تدریس و امکانات آموزشی در مدارس امری ضروری است. استفاده از فناوری های نوین آموزشی می‌تواند راهبرد مناسبی برای بهبود شرایط موجود باشد. در درس شیمی، به دلیل پیچیدگی و انتزاعی بودن محتوا و کمبود وقت در کلاس های آموزشی، استفاده از روش های مختلف نوآورانه و فناورانه از جمله یادگیری مبتنی برکامپیوتر و تلفن همراه برای بهبود یادگیری و کارایی حافظه پیشنهاد می شود. فناوری واقعیت افزوده با افزودن انیمیشن، اجسام مجازی، تصاویر سه بعدی، ویدئو، صدا و اقالم مشابه به کتاب، اطلاعاتی ترکیبی و مکمل از دید کاربران به کتاب اضافه می نماید که می تواند هیجان، مشارکت و لذت کاربران و نیز لایه یادگیری و شناختی آنها را در فرآیند متقابل تعاملی بهبود بخشد. در روش واقعیت افزوده آموزش با تفکر و تحقیق همراه است. و یادگیرنده با مطالبی که باید آموزش ببیند درگیر می شود، که این موضوع در نهایت منجر به یادگیری عمیق می گردد. واقعیت افزوده در کلاس درس باعث ایجاد فرصت های یادگیری عمیق تر و نیز تجربه یادگیری متفاوت و مؤثرمی شود.

بازنمایی ها نقش ضروری در ارتباطات علمی دارند (راو[1]،۲۰۱۷). برای بیان پدیده های شیمیایی، تنوع زیادی از نمایش ها مانند نماد های گوه ای، مدل های توپ یا نمایش های نمادین مانند معادلات و ساختار های شیمیایی وجود دارد(هافمن[2]،۱۹۹۱). بر این اساس وو و پونتامبکار[3](۲۰۱۲)، چهار شکل بازنمایی زیر را عنوان می کنند:

کلامی – متنی: این نوع باز نمایی شامل متن نوشتاری و اطلاعات شفاهی است.

نمادی – ریاضی: نمونه هایی شامل نمادهای عنصر، فرمول های ساختاری و مدل های توپ در این دسته قرار می گیرند.

تصویری – گرافیکی: این نوع نمایش ها مربوط به بازنمایی پدیده های واقعی زندگی و در سطح ماکروسکوپی هستند(هابیگ[4]،۲۰۲۰).

اقدام – عملیاتی: فعالیت هایی مانند آزمایش های عملی و اقدامات مبتنی بر تحقیق مثال هایی از این نوع بازنمایی در درس شیمی هستند.

---

[1] Rau
[2] Hoffmann
[3] Wu & Puntambekar
[4] Habig

www.SID.ir

Archive of SID

برای فعال کردن یادگیری، اطلاعات بیرونی بازنمودهای چندگانه باید توسط هر یادگیرنده به یک مدل ذهنی درونی تبدیل شود. نظریه شناختی یادگیری به همین منظور به ارائه اصولی برای تسهیل پردازش و سازماندهی اطلاعات به مدل های ذهنی می پردازد(کاسترو[1]،۲۰۱۹). اصل چند رسانه ای بیان می کند که ارائه دو نوع نمایش مانند متون و تصاویر در ترکیب باهم، برای یادگیری موثر بوده و یادگیرندگان می توانند ارتباطات ذهنی بهتری بین این دو نوع بازنمایی مختلف ایجاد کنند(التمیر[2]،۲۰۲۰). اصل مجاورت فضایی بیان می کند که متن باید در نزدیکی تصویر یا انیمیشنی که توصیف می کند، ارائه شود. در این صورت، فراگیران مجبور نیستند مقدار زیادی از ظرفیت شناختی خود را برای جست و جو اطلاعات از جایی دیگر و تطبیق آن سرمایه گذاری کنند. اصل مجاورت زمانی نیز بیان می کند که روایات و تصاویر های متناظر باید به همین دلیل به طور همزمان ارائه شوند(التمیر،۲۰۲۰).

با استفاده از فناوری واقعیت افزوده در کلاس های درس، می توان این سه اصل را در آموزش به کار برد. در این فناوری رویکرد مبتنی بر نشانگر مشخص می کند که یک شئ مجازی یا انیمیشن سه بعدی روی صفحه دستگاه نمایش داده شود. بنابراین کاربر هر دو نوع نمایش را به صورت مکانی نزدیک به یکدیگر و در یک زمان دریافت می کند.

یکی دیگر از کاربرد های مهم فناوری واقعیت افزوده در آموزش شیمی، شبیه سازی محیط های آزمایشگاهی است. فعالیت های آزمایشگاهی یکی از ارکان اصلی آموزش شیمی محسوب می شود، اجرای این گونه فعالیت ها دانش، مهارت و نگرش علمی دانش آموزان را افزایش می دهد. ایجاد بستر مناسب در مدارس برای اجرای فعالیت های ایمن آزمایشگاهی یک اقدام اساسی و ضروری محسوب می شود.(بدریان و رستگار،۱۳۸۶). انجام آزمایش های شیمیایی نیازمند تجهیزات و صرف هزینه کافی است که همه مدارس قادر به تامین آن ها نیستند. امکانات آزمایشگاهی قدیمی، فضای کوچک و تجهیزات آزمایشگاهی نا ایمن، از جمله مواردی هستند که سلامت دانش آموزان را تهدید می کند(وی دجینگ[3]،۲۰۱۳).

با استفاده از تکنولوژی واقعیت افزوده دانش آموزان بدون نیاز به ناظر یا معلم می توانند از تجهیزات آزمایشگاهی در یک محیط تعاملی چندرسانه ای استفاده کنند و آزمایش های کتاب درسی را به صورت ایمن انجام دهند. انجام فعالیت های آزمایشگاهی با کمک فناوری واقعیت افزوده با درگیر کردن دانش آموز در یک محیط تعاملی، او را در شرایط بهتر یادگیری قرار می دهد. در این نرم افزار یادگیرنده با استفاده از انتخاب های خود به انجام آزمایش می پردازد. تجهیزات را جا به جا می کند و در صورت درست یا غلط بودن مراحل از نرم افزار پیغام صوتی دریافت می نماید. تمامی این تصویر سازی ها به مخاطب در یادگیری بهتر مطالب و به یاد سپاری آنان کمک می نماید(جعفری،۱۴۰۰).

---

[1] Castro
[2] Altmeyer
[3] Wei Dejing

www.SID.ir

Archive of SID

برای اجرا و پیاده سازی برنامه های واقعیت افزوده، می توان از دستگاه های مختلفی از جمله دسکتاپ، تبلت، تلفن های همراه و...استفاده کرد. مطالعات انجام شده نشان می دهند که تلفن های همراه و تبلت ها، دستگاه های غالب مورد استفاده در اجرا برنامه های واقعیت افزوده می باشد(اویس[1] و همکاران،۲۰۱۹). با تکامل روزافزون گوشی های همراه، برنامه های نرم افزاری قابل اجرا بر روی گوشی های هوشمند می باشد. سهولت کار و دسترسی حداکثری فراگیران به گوشی های هوشمند، بعث شده است که واقعیت افزوده موبایل به یک فناوری محبوب تبدیل شود(نیچل[2]،۲۰۲۰).

به طور کلی فناوری واقعیت افزوده امکان تعامل دانش آموزان با موقعیت های دنیای واقعی برای تسهیل در ایجاد بازنمودهای مفاهیم و درگیر شدن در محتوای یادگیری مجازی، انگیزه یادگیری دانش آموزان را ارتقا می بخشد و زمینه یادگیری همه جانبه را افزایش می دهد(باور و همکاران، ۲۰۱۴).

اگرچه واقعیت افزوده فرصت های یادگیری جدیدی را برای دانش آموزان فراهم می کند، اما چالش های زیادی را نیز به همراه دارد. با توجه به منحصر بفرد بودن هر سیستم واقعیت افزوده، ممکن است دانش آموزان در هنگام کار با این فناوری دچار مشکل شوند و اغلب معلمان برای برخورد با مسائل فنی دانش کافی ندارند(بلینگهرتس[3]،۲۰۱۴). اغلب معلمان برای راه اندازی یا اجرای برنامه های واقعیت افزوده به تنهایی با مشکل مواجه می شوند(کاماراین[4] و همکاران،۲۰۱۳).

باکا[5] و همکاران(۲۰۱۴)، در تجزیه و تحلیل ۳۲ مطالعه، به محدودیت های استفاده از واقعیت افزوده در محیط های آموزشی پرداختند. مهم ترین محدودیت گزارش شده، "مشکلات نگهداری اطلاعات روی هم" است. یکی دیگر از محدودیت های گزارش شده توجه بیش از حد به اطلاعات مجازی بود که به استفاده از سیستم واقعیت افزوده برای اولین بار در کلاس مربوط می شود. آنتونیولو[6] و همکاران(۲۰۱۴)، متوجه شدند که دانش آموزان در حین استفاده از برنامه های فناوری واقعیت افزوده ممکن است بدون درک درست از اطلاعاتی که به آن ها ارائه می شود، فعالیت های یادگیری را با عجله انجام دهند. اگر اطلاعات بیش از حد روی صفحه نمایش داده شود، منجر به تقسیم توجه دانش آموزان می شود که می تواند بار شناختی دانش آموزان را در حین یادگیری افزایش دهد(تزیما[7]،۲۰۱۹). با توجه به اینکه امروزه استفاده از فناوری های نوین، در آموزش بسیار مهم است، اما نباید از این موضوع غافل ماند که استفاده نادرست از ابزار های آموزشی مانند استفاده نادرست از صدا و تصویر موجب افزایش حواس پرتی دانش آموزان و ایجاد بار شناختی اضافی برای آنان می شود.(دونلاوی[8]،۲۰۰۹).

---

[1] Ewais
[2] Nichele
[3] Billinghurst
[4] Kamarainen
[5] Bacca
[6] Antonioli
[7] Tzima
[8] Dunleavy

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

ظهور فناوری های اطلاعاتی و ارتباطی متنوع، فرایند آموزش و یادگیری را دگرگون ساخته و فناوری های نوینی را در امر آموزش به خدمت در آورده است که می توان از آن ها برای حل مشکلات موجود در نظام آموزشی و افزایش کیفیت یادگیری استفاده کرد. یکی از تکنولوژی هایی که می تواند در فرایند یادگیری بسیار مفید باشد، واقعیت افزوده است. فناوری واقعیت افزوده، ترکیبی از دنیای واقعی با اضافه شدن محتوای دیجیتال است. واقعیت افزوده به تدریج در حال کسب محبوبیت در اجتماعات آموزشی است و به عنوان یکی از تکنولوژی های آموزشی نوظهور موردتوجه واقع شده است. این تکنولوژی امکاناتی را با خود به همراه دارد که می تواند در یادگیری و همچنین طراحی محیط های آموزشی به کار برده شود. طبق نتایج تحقیقات انجام شده، استفاده از فناوری واقعیت افزوده به عنوان یک ابزار کمک آموزشی مفید و مؤثر گزارش شده است. این فناوری آموزشی می تواند با غلبه بر محدودیت های مکانی و زمانی به تسهیل فرآیندهای آموزشی و یادگیری بپردازد. همچنین، تعامل موجود در واقعیت افزوده، فراگیران را تشویق می کند تا فعالانه در امر تدریس شرکت کرده و با مشارکت ذهنی بیشتری به یادگیری مباحث بپردازند. با وجود همه مزایای عنوان شده برای این فناوری، نباید این مهم را نادیده گرفت که که محتویات چندرسانه ای و مبتنی بر واقعیت افزوده جایگزین مطلقی برای کتاب های فیزیکی نیستند؛ بلکه نقش مکملی را بازی می کنند که با اضافه کردن بعد جدیدی به فرآیند آموزشی موجب درک و به اشتراک گذاری بهتر دانش می شوند.

با بررسی نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مقاله ها و مطالعات، پیشنهادات زیر ارائه می شود:

از آنجا که فناوری واقعیت افزوده و کاربردهای آن در آموزش در کشور ما ناشناخته است، در گام اول پیشنهاد می شود جهت آشنایی کامل معلمان شیمی با کاربرد فناوری واقعیت افزوده در آموزش شیمی یک دوره آموزشی در قالب آموزش های ضمن خدمت برگزار شود تا به مدرسان شیمی آموزش های لازم در این مورد ارائه شود.

همچنین بااختصاص بودجه مناسب جهت تجهیز کلاس‌های درس و آزمایشگاه‌های مدارس می توان بستر مناسبی فراهم کرد تا معلمان بتوانند از این فناوری در جهت ارتقاء یادگیری معنادار دانش آموزان در درس شیمی استفاده کنند.

بر اساس نتایج پژوهش های مطالعه شده پیشنهاد می شود برای افزایش بهره وری آموزشی ابتدا اصول و مفاهیم موجود در کتب درسی به دانش آموزان ارائه شود سپس با توجه به تسلط فراگیران، نوع محتوا و میزان تعامل عناصر تشکیل دهنده محتوای آموزشی از فناوری واقعیت افزوده به عنوان مکمل روش تدریس برای بالا بردن درک و یادگیری دانش آموزان استفاده شود.

تشکر و قدردانی

www.SID.ir

Archive of SID

بر خود لازم می دانم از زحمات استاد گرامی جناب آقای دکتر پنق که مشاورت این پژوهش را بر عهده داشتند و با راهنمایی های ارزشمند خود من را در انجام این پژوهش یاری نمودند، صمیمیانه سپاس گزاری نمایم.

منابع

اصغری لالمی، نسیم و امانی، وحید(۱۴۰۰). عوامل موثر در کج فهمی های دانش آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی، فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی، ۳(۲)، ۳۶ _۱۹.

بدریان، عابد؛ رستگار، طاهره(۱۳۸۶). مطالعه تطبیقی استانداردهای آموزش علوم در ایران و کشورهای مؤفق در آزمونTIMSS ، همایش نوآوری در برنامه ها ی درسی دوره ابتدایی. شیراز.

بیرامپور، نگار و سلطانی، شهریار(۱۳۹۹). تکنولوژی واقعیت افزوده در آزمایش های شیمی. یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی، ایران، دانشگاه اصفهان.

جعفری، اسماعیل(۱۴۰۰). سنجش اثربخشی نرم افزار واقعیت افزوده شیمی بر روی یادگیری دانش آموزان با تمرکز بر مفهوم کاتالیزگر. پژوهش در آموزش شیمی،۳(۱)،۱۰۰-۷۵.

جعفری سیسی، میلاد؛ ساکیان محمدی، حسام؛ پیربابایی، عرفان و علیزاده اشرفی، بهنام(۱۳۹۶). بررسی قابلیت فناوری واقعیت افزوده در توانمندسازی و بازی وار سازی محتوای کتب درسی از طریق شبیه سازی تعاملی محتوا، کنفرانس تحقیقات بازی های دیجیتال؛ گرایش ها، فناوری ها و کاربردها، تهران، بنیاد ملی بازی های رایانه ای-دانشگاه علم و صنعت ایران . فصلنامه روانشناسی تربیتی،۵۱(۱۵).

خاطری، الهه؛ پورروستایی اردکانی، سعید و زارعی زوارکی، اسماعیل(۱۳۹۹). تاثیر فناوری واقعیت افزوده در یادگیری دانش آموزان نارساخوان پایه دوم ابتدایی شهر تهران. فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی،۱۰(۳)،۸۵_۱۰۴.

رجبیان دهزیره، مریم؛ مقامی، حمیدرضا؛ اسماعیلی گوجار، صلاح و شریفاتی، سکینه(۱۳۹۸). تاثیر واقعیت افزوده آموزشی بر یادگیری مادام العمر و عملکرد یادگیری در دانش آموزان، فناوری آموزش و یادگیری،۳(۹)،۶۳_۹۰.

شعبانی، حسن (۱۳۹۴).روش تدریس پیشرفته. چاپ ۳، تهران، انتشترات سمت.

طالب، زهرا و محمودی،زهرا(۱۳۹۷). واقعیت افزوده و مفاهیم و کاربرد آن در آموزش. دومین کنفرانس دانش و فناوری روانشناسی، علوم تربیتی و جامعه شناسی ایران، موسسه برگزار کننده همایش های توسعه محور دانش و فناوری سام ایرانیان.

www.SID.ir

Archive of SID

غریبی، فرزانه؛ ناطقی، فائزه؛ موسوی پور، سعید و سیفی،محمد(۱۳۹۹). تاثیر آموزش به روش واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بارشناختی در درس زیست شناسی، فصلنامه توسعه آموزشی جندی شاپور، ۱۱، ۱۸۳-۱۶۷ .

فارغ، سید علی و جعفری سیسی،میلاد(۱۳۹۹). تاثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری درس علوم تجربی، نشریه علمی فناوری آموزش،۱۴(۳)، ۵۲۸_۵۷۲.

فرج الهی، مهران و ظریف صنایعی، ناهید(۱۳۸۸).آموزش مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش عالی. دو ماهنامه علمی_پژوهشی راهبردهای آموزش در علوم پزشکی،(۴)۲، ۱۷۱-۱۶۷.

قره خانی، حسن؛ سلیمانی، مجید و سلیمانی، عباس(۱۳۹۴). شناسایی عوامل موثر بر استفاده از روش های فعال تدریس توسط دبیران تربیت بدنی استان ایلام.۱۱(۲۲)،۱۷۶_۱۶۹ .

مشعشعی، رزیتا؛ مقامی، حمید رضا و زارعی زوارکی، اسماعیل(۱۳۹۸). تاثیر فناوری واقعیت افزوده با بهره گیری از مدل آموزشی مریل بر پیشرفت تحصیلی دانش آموزان. فصلنامه روانشناسی تربیتی، دانشگاه علامه طباطبایی،۱۵(۵۱)، ۱۴۵_۱۲۷.

مقدم، هما(۱۳۹۲). آموزش شیمی در کلاس های هوشمند، مجله رشد آموزش شیمی،۲۶(۲)،۱۲ _۱۵ .

Akçayır, M. and Akçayır, G., 2017.Advantages and challenges associatedwith augmented reality for education: Asystematic review of the literature.Educational Research Review, 20, pp.1-11.

Altmeyer, K.; Kapp, S.; Thees, M.; Malone, S.; Kuhn, J.; Brünken, R. The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results. Br. J. Educ. Technol. 2020, 51, 611–628.

Antonioli, M.; Blake, C.; Sparks, K. Augmented Reality Applications in Education. Journal of Technology Studies 2014, 40 (2), 96–107.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators Virtual Environments, 6(4), 355-385.

Bacca, J.; Baldiris, S.; Fabregat, R.; Graf, S.; Kinshuk Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. Educational Technology & Society 2014, 17 (4), 133–149.

Billinghurst, M.; Duenser, A. Augmented Reality in the Classroom. Computer 2012, 45, 56–63.

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education–cases, places and potentials. Educational Media International, 51(1), 1-15.

www.SID.ir

Archive of SID

Cai, S., Wang, X., Chiang, F.-K.: A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. Computers in Human Behavior. 37, 31–40 (2014). doi:https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018.

Castro-Alonso, J.C.; Ayres, P.; Sweller, J. Instructional visualizations, cognitive load theory, and visuospatial processing. In Visuospatial Processing for Education in Health and natural Sciences; Castro-Alonso, J.C., Ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2019; pp. 111–143.

Chen, S. Y., & Liu, S. Y. (2020). Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course. Computers in Human Behavior, 111, 106418.

De Freitas, S., Rebolledo-Mendez, G.Liarokapis, F.et all 2010, Learning as immersive experiences: Using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive learning experiences in a virtual world.British Journal of Educational Technology, vol. 41. No. 1, Pp. 69-85.

Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. Journal of science Education and Technology, 18(1), 7-22.

El Sayed, N. A. M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). ARSC: Augmented reality student card an augmented reality solution for the education field. Computers & Education, 56, 1045–1061.

Ewais, A., De Troyer, O., Arra, M. A., & Romi, M. (2019). A study on female students' attitude towards the use of augmented reality to learn atoms and molecules reactions in Palestinian schools. In L. De Paolis & P. Bourdot (Eds.), International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics (pp. 295–309).

Habig, S. Who can benefit from augmented reality in chemistry? Sex differences in solving stereochemistry problems using augmented reality. Br. J. Educ. Technol. 2020, 51, 629–644.

Halpern, D.F.; Collaer, M.L. Sex Differences in Visuospatial Abilities: More Than Meets the Eye. In The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking; Shah, P., Miyake, A., Eds.; Cambridge University Press: New York, NY, USA, 2005; pp. 170–212.

Harle, M.; Towns, M.A. Review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instructions. J. Chem. Educ. 2011, 88, 351–360.

www.SID.ir

Archive of SID

Hoffmann, R.; Laszlo, R. Representation in chemistry. Angew. Chem. 1991, 30, 1–16.

Huang, K.T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J. and Fordham, J., (2019) Augmented Versus Virtual Reality in Education: An Exploratory Study Examining Science Knowledge Retention When Using Augmented Reality/Virtual Reality Mobile Applications. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 22(2), pp.105-110.

Hu NT, Tsai PS, Wu TF, Chen JY, Lee L. The environmental navigation using geometric virtual reality. Advances in Mechanical Engineering. 2018; 10(6).

Iordache, D. D., Pribeanu, C., & Balog, A. (2012). Influence of specific AR capabilities on the learning effectiveness and efficiency. Studies in Informatics and Control, 21(3), 233–240.

Jetter J, Eimecke J, Rese A. Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits? Computers in Human Behavior. 2018; 87:18-33.

Kamarainen, A. M.; Metcalf, S.; Grotzer, T.; Browne, A.; Mazzuca,D.; Tutwiler, M. S.;Dede, C. EcoMOBILE: Integrating Augmented Reality and Probeware with Environmental Education Field Trips. Computers & Education 2013, 68, 545–556. http://dx.doi.org/10. 1016/j.compedu.2013.02.018.

Lam, M. C., Tee, H. K., Nizam, S. S. M., Hashim, N. C., Suwadi, N. A., Tan, S. Y., ... & Liew, S. Y. (2020). Interactive Augmented Reality with Natural Action for Chemistry Experiment Learning. TEM Journal, 9(1), 351.

Maier, P., & Klinker, G. (2013a). Augmented chemical reactions: An augmented reality tool to support chemistry teaching. In 2013 2nd Experiment@ International Conference (exp. at'13) (pp. 164–165).

Merchant, Z., Goetz, E. T., Keeney-Kennicutt, W., Kwok, O., Cifuentes, L., & Davis, T. J. (2012). The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling. Computers & Education, 59, 551–568.

Nichele, A. G., Do Canto, L. Z., & Da Silva, F. N. (2020). Augmented reality: Apps for teaching and learning chemistry. In 14th International Technology, Education and Development Conference (pp. 7650–7655).

Rau, M.A. Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. Educ. Psychol. Rev. 2017, 29, 717–761.

www.SID.ir

Archive of SID

Revenhorn, K., & Jansén, P. (2018). Augmented reality och dess pedagogiska implikationer: en analys baserad på ett sociokulturellt perspektiv.

Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: A learning progression on chemical thinking. Chemistry Education Research and Practice, 15(1), 10–23.

Taçgin, Z., Uluçay, N., Özüağ, E.: Designing and Developing an Augmented Reality Application: A Sample of Chemistry Education. Journal of the Turkish Chemical Society, Section C: Chemical Education. 1(1), 147–164.

Terlecki, M.; Newcombe, N.; Little, M. Durable and generalized effects of spatial experience on mental rotation: Gender differences in growth patterns. Appl. Cogn. Psychol. 2008, 22, 996–1013.

Thiel T.(2019). Critical interventions into canonical spaces: augmented reality at the 2011 venice and Istanbul Biennials. In Geroimenko V (ed). Augmented Reality in Art. Switzerland: Springer; 31-60.

Tzima, S.; Styliaras, G.; Bassounas, A. Augmented Reality Applications in Education: Teachers Point of View. Educ. Sci. 2019, 9, 99.

Wan, A. T., San, L. Y., & Omar, M. S. (2018). Augmented Reality Technology for Year 10 Chemistry Class: Can the Students Learn Better?. International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching (IJCALLT), 8(4), 45-64.

Wei Dejing. Problems and Solutions in Senior High School Chemistry Experiment Teaching under the New Curriculum Standard [J]. China Extracurricular Education, 2013 (8): 80. (in Chinese).

Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. Computers & Education, 68, 570–585.

Wu, H.K.; Shah, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. Sci. Educ. 2004, 88, 465–492.

Wu, H.K.; Puntambekar, S. Pedagogical affordances of multiple external representations in scientific processes. J. Sci. Educ. Technol. 2012, 21, 754–767.

www.SID.ir

Archive of SID

Review article

Research in Chemistry Education, Vol 4, No 2, Publication: Spring 1402

Research in Chemistry Education

Articles published in the fourth national conference of chemical education in Iran

http://chemedu.cfu.ac.ir

Augmented reality in chemistry education

Mehrnoosh Pahlevanloo [1*]

[1] *Bachelor of Chemistry Education, Farhangian University, Hashminejad Campus, Mashhad, Iran*

Abstract

Learning and teaching chemistry is often considered difficult due to its complex, intangible and abstract concepts. One of the ways to facilitate this is the use of educational technologies in teaching chemistry. Augmented reality technology is an interactive experience of a real environment that allows for increased understanding of complex concepts at most educational levels. Despite the many researches conducted inside the country on the application of augmented reality in education, no systematic study was found that focuses on the application of this technology in chemistry education. The current research is a systematic literature review in order to investigate widely used devices, advantages and challenges of using augmented reality in chemistry education. Among the results, the concepts related to molecular structures were among the subjects in which augmented reality was used the most in teaching and learning, and the benefits of using this technology are concentrated in the field of emotional learning. Smartphones and tablets were the dominant devices in the use of this technology in classrooms. Also, according to the results of the studied research, suggestions were made to support the active use of this technology in chemistry education.

Keywords: augmented reality, chemistry education, educational technology, learning.

[*]Corresponding Author: (✉ pahlevanloo08@gmail.com)

www.SID.ir