

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning เรื่องโรคทางพันธุกรรม: กล้ามเนื้อเสื่อมดูเชน (Duchenne Muscular Dystrophy)

เมื่อพูดถึง “สะเต็มศึกษา (STEM Education)” ครูวิทยาศาสตร์หลายคนคงเข้าใจแล้วว่าหมายถึงการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยเน้นให้นักเรียนนำความรู้และทักษะจากวิชาเหล่านี้มาออกแบบ และ/หรือ ผลิตนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เรพบในชีวิตประจำวัน (Dejarnette, 2012) การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน โดยเฉพาะ “ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation skill)” (Mayasari, Kadarohman, Rusdiana, and Kaniawati, 2016) แต่ครูหลายท่านอาจสงสัยว่าจะจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาอย่างไรในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ภายใต้บริบทของเวลาสอนที่มีจำกัด นอกจากนี้ครูอาจสงสัยว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษาจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพราะหลายครั้งดูเหมือนว่าผู้เรียนสนุกไปกับการทำกิจกรรม แต่ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ ขณะที่ครูบางท่านอาจทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีเนื้อหาพิลึกและเคมี แต่ประสบปัญหาเมื่อต้องจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีเนื้อหาทางชีววิทยา ผู้เขียนจึงได้เสนอแนะตัวอย่างการจัดการกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่องโรคทางพันธุกรรม ที่ชื่อว่า “Design for Duchenne” โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning (Burke, 2014) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ครูและผู้สนใจ ก่อนอื่นผู้เขียนขอเกริ่นนำให้ครูเข้าใจหลักการพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ว่าเป็นอย่างไร โดยเชื่อมโยงความเหมือนและความต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่คุ้นเคย จากนั้นจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

การจัดการเรียนรู้ 6E Learning

การจัดการเรียนรู้ 6E Learning เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ได้รับการพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หรือ 5E Instructional model ของ Bybee (1997) โดยมีการบูรณาการกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design) เข้าไปทดแทนขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ดังภาพ 1 โดยเพิ่มขั้นวิศวกรรม (Engineer) และขั้นปรับปรุง (Enrich) นอกจากนี้ จุดต่างที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ประเด็นปัญหาที่นักเรียนสำรวจและค้นหาคำตอบมักเป็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific question) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ



ภาพ 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับการจัดการเรียนรู้ 6E Learning

การทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ แต่ในการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สถานการณ์ของปัญหาที่ผู้เรียนศึกษาไม่ได้จำกัดอยู่เพียงคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ หากแต่เป็นคำถามเชิงวิศวกรรม ที่มุ่งเน้นการออกแบบและประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันหรือการทำให้ชีวิตมีความสะดวกสบายมากขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ในแต่ละขั้นมีหลักการดังนี้ **1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)** ครูกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่นำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา **2) ขั้นสำรวจ (Explore)** นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะเพื่อค้นหาความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน **3) ขั้นอธิบาย (Explain)** นักเรียนนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการสืบเสาะในชั้นก่อนหน้า โดยนำมาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อให้ได้กรอบแนวคิดทางทฤษฎีที่ชัดเจนก่อนนำไปออกแบบและสร้างชิ้นงาน **4) ขั้นวิศวกรรม (Engineer)** นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ในชั้นก่อนหน้ามาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน **5) ขั้นปรับปรุง (Enrich)** นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานเพื่อบ่งชี้ข้อผิดพลาด และนำไปพัฒนางานให้ดีขึ้นหรือออกแบบใหม่ **6) ขั้นประเมินผล (Evaluate)** ครูและนักเรียนประเมินชิ้นงานที่ปรับปรุงใหม่เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และมากน้อยเพียงใด (Burke, 2014)

กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning เรื่องโรคทางพันธุกรรม: กล้ามเนื้อเสื่อมดูเชน (Duchenne Muscular Dystrophy)

กิจกรรม Design for Duchenne เป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ให้นักเรียนออกแบบและสร้างนวัตกรรมในการช่วยเหลือผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อเสื่อมดูเชน (Duchenne Muscular Dystrophy) ที่กล้ามเนื้อมีอาการอ่อนแรง เนื่องจากการเกิดความผิดปกติของยีนบนโครโมโซมเพศ (X-linked recessive) ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถยกแขนตักอาหารมารับประทานได้ด้วยตนเอง มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)

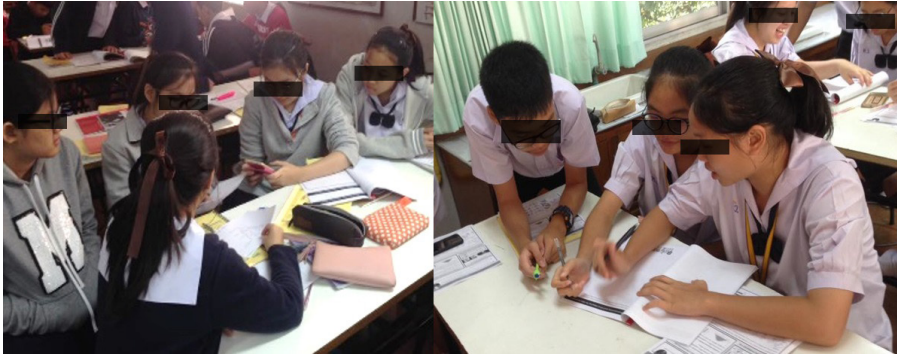
ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง The Duchenne Timeline จากนั้นเริ่มอภิปรายร่วมกัน เพื่อบ่งชี้ให้เห็นปัญหาความผิดปกติของเด็ก การอภิปรายจะชี้ให้นักเรียนตระหนักและสนใจเนื้อหาเรื่องโรคกล้ามเนื้อเสื่อมดูเชน จากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนแสดงบทบาทสมมติว่าเป็นโรคดังกล่าว นักเรียนจะรับประทานอาหารเช้าอย่างไร โดยกำหนดให้นักเรียนใช้ช้อนตักอาหารโดยไม่ยกแขน (เนื่องจากเป็นโรคกล้ามเนื้อเสื่อม) ดังภาพ 2 จากนั้นจึงอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับปัญหาของผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อเสื่อม เพื่อให้นักเรียนสนใจค้นหาสาเหตุและคิดค้นนวัตกรรมเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยให้สามารถรับประทานอาหารได้ด้วยตัวเอง



ภาพ 2 นักเรียนแสดงบทบาทสมมติเป็นผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อเสื่อม

2 ขั้นสำรวจค้นหา (Explore)

ครูจัดหาข้อมูลผลการตรวจร่างกายของผู้ป่วย ได้แก่ อาการทั่วไป फिल्मเอกซเรย์ ผลการตรวจชิ้นเนื้อ และผลตรวจเอนไซม์ครีเอตินีนไคเนสในเลือดของผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อเสื่อมดูเชน จากนั้นให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นแพทย์ผู้วินิจฉัยโรค โดยนำผลการตรวจร่างกายดังกล่าวมาตีความและลงข้อสรุปเพื่อระบุชนิดของโรค และสาเหตุการเกิดโรค พร้อมเสนอแนวทางในการบำบัดรักษา



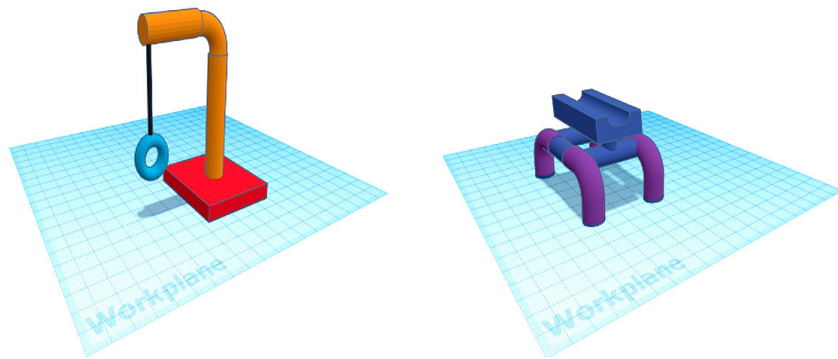
ภาพ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวินิจฉัยโรคจากข้อมูลผลการตรวจร่างกายที่ผู้สอนกำหนดให้

3 ขั้นอธิบาย (Explain)

นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการตรวจวินิจฉัยโรค สาเหตุการเกิดโรค และแนวทางการรักษา โดยมีครูคอยช่วยเหลือ โดยการตั้งคำถามและให้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งในท้ายที่สุดนักเรียนจะเข้าใจว่าโรคกล้ามเนื้อเสื่อมดูเชนเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม เพราะสามารถถ่ายทอดความผิดปกติดังกล่าวไปสู่รุ่นลูกรุ่นหลานได้ เป็นโรคที่ยังไม่มีทางรักษาให้หายขาดได้ ดังนั้นวิธีการเดียวที่จะช่วยเหลือผู้ป่วยให้สามารถรับประทานอาหารได้ด้วยตนเอง คือนักเรียนจะต้องออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ช่วยในการรับประทานอาหารให้แก่ผู้ป่วย

4 ขั้นวิศวกร (Engineer)

นักเรียนบูรณาการความรู้ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม ในกรณีนี้คือโรคกล้ามเนื้อเสื่อมดูเชนซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ร่วมกับกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและการใช้เทคโนโลยี เพื่อออกแบบนวัตกรรมแขนดูเชน (Duchenne's arm) ให้ผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อเสื่อมดูเชนสามารถรับประทานอาหารได้ด้วยตนเองได้ โดยเริ่มต้นด้วยการสอนนักเรียนว่ากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (สืบค้นได้จากนิตยสาร สสวท. ปีที่ 42 ฉบับที่ 190 กันยายน - ตุลาคม 2557 หน้า 37-41) จากนั้นแนะนำซอฟต์แวร์ Tinkercad ที่ใช้ออกแบบแบบจำลอง 3 มิติ ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการใช้งาน (สอนนอกเวลาเรียน) และให้นักเรียนทดลองออกแบบ Duchenne's arm ดังภาพ 4 โดยมีครูคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำเป็นระยะๆ เมื่อออกแบบแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกวิดิทัศน์เพื่อนำเสนอแนวคิดในการออกแบบ Duchenne's arm เป็นเวลาไม่เกิน 5 นาที จากนั้นทุกกลุ่มนำวิดิทัศน์มาเปิดให้ครูและเพื่อนร่วมชั้นดูและรับฟังข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงแบบนวัตกรรมให้ดียิ่งขึ้น จากนั้นนักเรียนจึงลงมือสร้างชิ้นงานจริง ซึ่งในกระบวนการสร้างชิ้นงาน นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย เนื่องจากเกณฑ์การสร้างชิ้นงานที่สำคัญคือ ราคาต้องย่อมเยา อุปกรณ์ปลอดภัย และใช้งานได้จริง



ภาพ 4 ตัวอย่างแบบนวัตกรรมการ Duchenne's arm ที่สร้างจากซอฟต์แวร์ Tinkercad

5 ขั้นปรับปรุง (Enrich)

นักเรียนนำ Duchenne's arm ที่กลุ่มตนสร้างมาทดสอบประสิทธิภาพในชั้นเรียน โดยครูแสดงบทบาทสมมติเป็นผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อเสื่อมดูเซน และทดลองใช้ Duchenne's arm ในการรับประทานอาหาร ดังภาพ 5 โดยเกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของชิ้นงานคือ ความปลอดภัย ใช้งานได้จริง ได้แก่ ออกแบบได้เหมาะกับสรีระของผู้ป่วย ความสะดวกสบายในการใช้ ความแข็งแรงทนทานของวัสดุ ความสวยงาม รวมทั้งมีราคาเหมาะสม และระหว่างการทำทดสอบ นักเรียนต้องสังเกตและบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้น แล้วนำมาทดสอบใหม่ในการเรียนครั้งต่อไปให้นักเรียนทำเช่นนี้ต่อเนื่องสองครั้ง เพื่อให้เกิดการพัฒนาชิ้นงาน



ภาพ 5 การทดสอบ Duchenne's arm ของนักเรียน


6 ขั้นประเมิน (Evaluate)

ครูประเมินผลงานและการปฏิบัติงานของนักเรียนรายกลุ่ม โดยการสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินชิ้นงานซึ่งในทางปฏิบัติ ขั้นประเมินไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นตอนสุดท้าย ครูสามารถประเมินนักเรียนได้ในทุกชั้นล่วงหน้า ขึ้นกับว่าครูต้องการพัฒนาอะไรในตัวนักเรียน ซึ่งในกรณีของผู้เขียนเราต้องการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งมี 8 พฤติกรรมบ่งชี้ คือนักเรียนสามารถ 1) ใช้วิธีการสร้างความคิดที่หลากหลาย 2) มีความคิดที่แปลกใหม่ 3) มีการประเมินและปรับปรุงความคิด 4) มีการสื่อสารความคิดสร้างสรรค์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ 5) รับฟังและตอบสนองต่อความคิดหรือมุมมองที่แปลกใหม่ 6) เข้าใจขีดจำกัดของโลกแห่งความเป็นจริง 7) มองความผิดพลาดเป็นโอกาสในการเรียนรู้ และ 8) มีการดำเนินการตามความคิดสร้างสรรค์ (Partnership for 21st Century Learning, 2015)

ซึ่งเรามักพบว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning เรื่องโรคทางพันธุกรรม: กล้ามเนื้อเสื่อมดูเชน (Duchenne Muscular Dystrophy) สามารถพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมแห่งคริสต์ศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น ในเรื่องการสื่อสารความคิดสร้างสรรค์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการดำเนินการตามความคิดสร้างสรรค์ เห็นความผิดพลาดเป็นโอกาสในการเรียนรู้ และมีความคิดแปลกใหม่ ตามลำดับ

ส่วนผลการศึกษาเพิ่มเติมของงานวิจัยสามารถหาอ่านได้ใน หนังสือรวมบทความเรื่องเล่างานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง "ฉันจะพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างไร" (ฉลองวุฒิ จันทรหอม จุฬารภณ์ ทองสินุช และ จีระวรรณ เกษสิงห์, 2561)

บทสรุป

สุดท้ายนี้ผู้เขียนอยากเชิญชวนให้ครูทุกท่านได้ลองนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ในห้องเรียน เนื่องจากประสบการณ์ของผู้เขียนพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย เพราะผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของสิ่งที่เรียนกับเหตุการณ์ในชีวิตจริง นอกจากนี้ที่สำคัญคือ กิจกรรมเหล่านี้ได้เปลี่ยนมุมมองของผู้เรียนต่อตัวผู้เรียนไปอย่างสิ้นเชิง โดยเริ่มแรกผู้เขียนเชื่อว่าผู้เรียนมีความรู้ไม่เพียงพอและไม่่าจะสามารถทำกิจกรรมเหล่านี้ได้อย่างประสบผลสำเร็จ แต่จากการที่ผู้เขียนได้ค่อย ๆ ปรับกิจกรรมของตนเองและติดตามไปพัฒนาผู้เรียนรายบุคคล กลับพบว่า ผู้เรียนมีความสามารถมากกว่าที่คิด อย่างไรก็ดีไม่มีปาฏิหาริย์ใด ๆ ในการสอนเพียงครั้งเดียว การพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ก็เช่นกัน ต้องอาศัยเวลาและความเพียรในการฝึกฝน ทั้งตัวผู้เรียนและผู้สอน ดังนั้นผู้เขียนขอเอาใจช่วยให้ครูทุกคนไม่ละทิ้งความพยายามและเชิญชวนให้เรามาร่วมกันสร้างการเปลี่ยนแปลงเล็ก ๆ ให้กับวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาไทย 

บรรณานุกรม

- Burke, B. N. (2014). The ITEEA 6E Learning By Design™ Model: Maximizing Informed Design and Inquiry in the Integrative STEM Classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 73(6), 14-19.
- Dejarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Mayasari, T. & Kadarohman, A. & Rusdiana, D. and Kaniawati, I. (2016). *Exploration of student's creativity by integrating STEM knowledge into creative products*. Paper presented at the AIP conference. American Institute of Physics, United States.
- Partnership for 21st Century Learning. (2015). P21 Framework Definition. Retrieved October 20, 2017, from www.P21.org.
- ฉลองวุฒิ จันทรหอม จุฬารภณ์ ทองสินุช และ จีระวรรณ เกษสิงห์. (2561). *ฉันจะพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างไร*. รวมบทความเรื่องเล่างานวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.