

STEAM ศิลปะเพื่อส่งเสริมศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก

STEAM, Arts for STEM Education: Improvement in Perception, Capacity and Inspiration for Children

วิสูตร โพธิ์เงิน

บทคัดย่อ

STEAM เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่นำศิลปะมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ปัจจัยสำคัญในการนำแนวคิด STEAM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ บริบท (Context) การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ในการออกแบบกิจกรรมสร้างสรรค์ สิ่งสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประเด็น คือ 1) การบูรณาการ (Integration) 2) ความหลากหลาย (Variety) 3) ความลึก (Deep) และ 4) ความเป็นพลวัต (Dynamic)

คำสำคัญ: STEAM/ศิลปะ/วิทยาศาสตร์/กิจกรรมการเรียนรู้/สร้างสรรค์

Abstract

STEAM is an approach to learning integration. Bringing more art to be integrated with a learning science, technology, engineering and mathematics. STEAM key factor in bringing the concepts used in the learning activities as Context, Creative Design and Emotional Touch to design activities and the important four keys issues for design STEAM learning activities: 1) integration, 2) variety, 3) Deep, and 4) Dynamic.

KEYWORDS: STEAM/ARTS/SCIENCE/ACTIVE LEARNING/CREATIVITY

บทนำ

ปัจจุบันนี้อยู่ในยุคของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative Economy) และเศรษฐกิจยุคดิจิทัล (Digital Economy) ที่พลโลกแข่งขันกันสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และบริการ บนฐานความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยี ทั้งด้านการสื่อสาร การขนส่ง และการผลิต เพื่อให้ได้ผลงานที่ตอบสนองภาคธุรกิจ การเมือง และสังคม ดังนั้น ความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) จึงเติมเต็มด้วยการนำศิลปะเข้ามาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อคุณภาพ การเรียนรู้แบบบูรณาการให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคมโลกในปัจจุบันเพื่อนำไปสู่ การสร้างสรรค์ต่อไป

ศิลปะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างไร การทำงานศิลปะเป็นการแสดงออกทางความคิด ที่สอดคล้องกับธรรมชาติเด็ก โดยเฉพาะเด็กเล็ก ๆ ที่แสดงออกทางศิลปะอย่างอิสระโดยไม่มีเงื่อนไข หรือ มีกรอบ กฎเกณฑ์ทางความคิดความเชื่อของสังคม หากได้รับการส่งเสริมให้แสดงออกอย่างอิสระ เด็กก็ จะกล้าที่จะคิดอย่างแตกต่างและหลากหลาย นอกจากนั้นแล้ว ศิลปะยังเป็นกิจกรรมที่ถ่ายทอดความคิด จากรูปธรรม เป็นนามธรรมได้อย่างดีและง่ายที่สุดสำหรับเด็ก ทำให้เด็กสามารถถ่ายทอดความคิดใหม่ ๆ ที่อยู่ในสมองออกมา สร้างเป็นผลงานรูปธรรมที่จับต้องได้ โดยใช้เส้น สี แสง เงา รูปทรงและรูปทรง

อย่างไรก็ตาม การนำศิลปะมาใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนนั้น สิ่งสำคัญ คือ การทำความเข้าใจ “ความคิดสร้างสรรค์” กับ “การสร้างสรรค์” ให้ชัดเจนก่อนว่าต่างหรือเหมือนกัน อย่างไร ตามการให้ความหมาย ความคิดสร้างสรรค์ ที่กิลฟอร์ด (Guilford, 1950) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นลักษณะการคิดนอกกรอบ (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึง การคิดค้นพบวิธีการ แก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย และเขายังอธิบายเพิ่มเติมความคิดนอกกรอบว่าประกอบด้วย ลักษณะความคิดริเริ่ม (อ้างถึงในอารี พันธมณี, 2546) ทอแรนซ์ (Torrance, E. P., 1962) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึง เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจเกิดจากการรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จาก ประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ สิ่งที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง อาจออกมาในรูปของผลิตผลทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรืออาจเห็นเพียงขบวนการเท่านั้น เดอ โบโน เอ็ดวาร์ด De Bono Edward, (1982) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการมองหาทางเลือกหลายทิศทาง โดยการคิดอย่างรอบด้าน คลอบคลุมทั้งในแนวกว้างและแนวลึก ตลอดจนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ ซึ่งอาจต่างไปจากแนวความคิดเดิมบ้างเล็กน้อย หรือแปลกไปจนไม่ คงแนวความคิดเดิมไว้เลยจากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ ความสามารถในการคิดที่คิดหลากหลายหรือการคิดแบบนอกกรอบ หรือการคิดที่เชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ประทับใช้ในสถานการณ์ใหม่ นำไปสู่สิ่งใหม่ที่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งสมบูรณ์แบบ

การสร้างสรรค (Creativity) มาจากภาษาลาติน creates, create หมายถึง การดึงออกมา (Bring Forth) ผลิต (Produce) สร้าง (Make) ซึ่งจะมีความหมายที่หลากหลายออกไปกับคำที่เกี่ยวข้อง เช่น (Adj.) Creative Activity, (V.) create a structure เป็นต้น

สมประสงค์ น่วมบุญลือ (2557) ได้กล่าวว่า การสร้างสรรคมีมุมมองได้ 3 ด้าน คือ

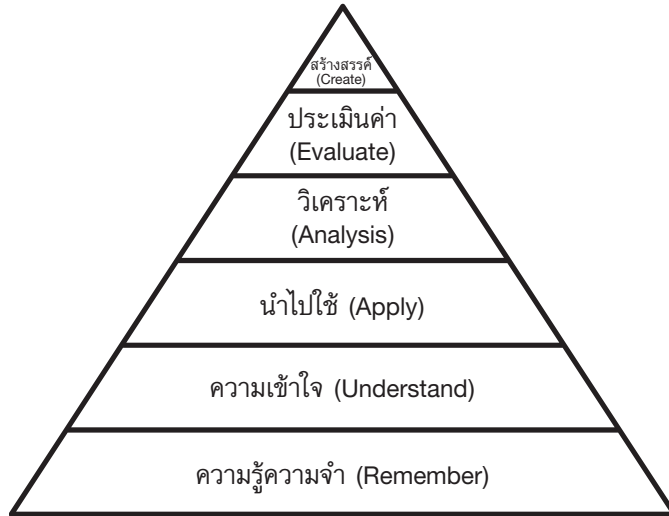
1) การสร้างสรรคในมุมมองด้านความสามารถ (Ability) หมายถึง ความสามารถในการจินตนาการ และประดิษฐ์สิ่งใหม่ได้

2) การสร้างสรรคในมุมมองที่เป็นเจตคติ (Attitude) หมายถึง การยอมรับการเปลี่ยนแปลง การยอมรับสิ่งใหม่ มีความสนุก และรู้สึกท้าทายกับการเรียนรู้ค้นหาสิ่งใหม่ คิดทุกอย่างมีความเป็นไปได้ พร้อมทั้งมองหาช่องทางเพื่อปรับปรุงให้ดีกว่า

3) การสร้างสรรคในมุมมองที่เป็นกระบวนการ (Process) หมายถึง การพัฒนาความคิด ปฏิบัติลงมือทำ ให้ไปสู่ผลลัพธ์ที่ประสงค์ ผ่านกระบวนการคิด ออกแบบ ทดลอง ปรับเปลี่ยน และ ขัดเกลาผลงานอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นการสร้างสรรคจึงต้องอาศัยการจดจ่อ และต่อเนื่อง

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การสร้างสรรค คือ การริเริ่มทำสิ่งใหม่ที่มีเอกลักษณ์และไม่ซ้ำกับที่เคยมีมาแล้ว จากความสามารถในการจินตนาการ เจตคติที่เปิดกว้างยอมรับสิ่งแปลกใหม่ โดยใช้กระบวนการ คิด และลงมือทำจนได้ผลงานตามจินตนาการของตน การคิดสร้างสรรค จึงเป็นการคิดที่ประกอบด้วย การเป็นสิ่งใหม่ มีคุณค่า/มีประโยชน์

ในศตวรรษที่ 21 การคิดยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ การแก้ไขปัญหา นวัตกรรมต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่เป็นการคิดขั้นสูง หากจะพิจารณาร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลกตามแนวคิดพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ใน Blooms' Taxonomy of Learning: Cognitive Domain คือ ระดับของการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งใช้สมองเป็นหลัก จึงหมายถึงการคิดระดับแรกยังไม่เป็นการคิด แต่เป็นการเรียนรู้โดยใช้สมองเพื่อให้จดจำข้อมูลข้อเท็จจริงได้ ต่อมาจึงเป็นการทำความเข้าใจและสามารถนำข้อมูลข้อเท็จจริงไปใช้ต่อไปได้ในสถานการณ์อื่น ซึ่งเป็นสองขั้นที่เริ่มใช้ความคิดขั้นพื้นฐาน ต่อมาจึงเป็นการฝึกแยกแยะและสังเกตสิ่งที่เรียนรู้โดยละเอียดตามองค์ประกอบ จึงเรียกว่า วิเคราะห์ เพื่อให้สามารถตัดสินใจคุณค่าและเลือกนำไปใช้ต่อไปได้อย่างตรงตามความต้องการ เรียกว่า ประเมินค่า ต่อมาจึงสามารถสร้างสิ่งใหม่ขึ้นได้เองต่อยอดจากที่เห็นคุณค่าแล้ว และปรับใช้ให้แตกต่างจากเดิมได้แล้ว เป็นสร้างสรรค ของ Benjamin Bloom ที่ใช้และอ้างอิงกันมายาวนาน จนกระทั่งเมื่อปี ค.ศ. 2001 Loring W. A. & David R. K. (2001) ได้ปรับระดับการคิดจากแนวคิดของ Bloom ซึ่งประกอบด้วยระดับการคิด 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ (Remember) ความเข้าใจ (Understand) การนำไปใช้ (Apply) การวิเคราะห์ (Analysis) การประเมินค่า (Evaluate) และการสร้างสรรค (Create) ดังแผนภาพ 1



แผนภาพ 1 ทฤษฎีระดับการคิดของ Bloom ปรับปรุงปี ค.ศ. 2001
(Loring W. A. & David R. K., 2001)

ระดับการเรียนรู้ทั้ง 6 ระดับ จะสอดแทรกอยู่ในกระบวนการทำงานศิลปะทั้งหมดสิ่งที่สำคัญคือ การตั้งศักยภาพทางการคิดของเด็กให้ได้ใช้อย่างรอบด้าน และฝึกให้เด็กได้เรียนรู้โดยการวิเคราะห์ การประเมินค่า เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมศิลปะที่ส่งเสริมการคิดจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในยุคปัจจุบัน แต่สิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ การให้เด็กได้รู้ถึงคุณค่าความดี ความงามทั้งของตนเองของผู้อื่น และสิ่งแวดล้อมรอบด้านด้วย (ประเมินค่าได้) ตลอดจนพัฒนาเด็กให้มั่นใจในการแสดงออกในทางที่ถูกต้องดีงามผ่านศิลปะ เพื่อนำไปต่อยอดการเรียนรู้ หรือการทำงานด้านอื่น ๆ ต่อไป

แนวคิดกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะ

การออกแบบกิจกรรมศิลปะสิ่งที่คุณสอนต้องคำนึงถึง **อันดับแรก** คือ พัฒนาการการรับรู้/พัฒนาการทางศิลปะ/พัฒนาการการเรียนรู้/พัฒนาการทางด้านสังคมของผู้เรียน **อันดับสอง** คือ แนวคิดในการจัดกิจกรรมศิลปะ ซึ่งเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับผู้สอนและเด็กในการเรียนรู้ในหลักการจัดองค์ประกอบศิลป์ ทักษะธาตุ ประวัติศาสตร์ศิลป์ สุนทรียศาสตร์ และการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ความปลอดภัย เทคนิคในการสร้างผลงานศิลปะ ซึ่งสาระสำคัญในการจัดกิจกรรมศิลปะสำหรับเด็ก คือ กิจกรรมศิลปะที่ส่งเสริมให้เด็กสามารถ ค้นหาตรวจสอบ เชื่อมโยง ประยุกต์และสร้างสรรค์ผลงานศิลปะได้จากการเรียนรู้

แนวความคิดที่จะนำมาเชื่อมโยงในการสอนศิลปะที่จะนำเสนอจะเป็นแนวคิดกว้าง ๆ ในการส่งเสริมเด็กให้เกิดการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะทั้งระยะสั้นและระยะยาวขึ้นอยู่กับภาระเน้นย้ำในสาระที่คุณสอนต้องการให้เด็กเกิดการเรียนรู้จากกระบวนการทางศิลปะ โดยกิจกรรมศิลปะสำหรับเด็ก เป็นสิ่งที่ยู่รอบตัวอยู่ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ผู้สอนควรมีหลักและแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ศิลปะ ซึ่งหลักแนวคิดการสอนศิลปะ

ที่สำคัญ คือ แนวคิดทฤษฎีศิลปศึกษาที่ได้รับการพัฒนาจากสถาบันศิลปะเกตตี้ (Getty Institute) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งในช่วงปี ค.ศ. 1800-1900 ได้ให้ทุนนักวิชาการทางด้านศิลปศึกษาทำการวิจัยเกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ด้านศิลปะ ผลการวิจัยต่าง ๆ ทำให้เกิดแนวคิดเรื่องศิลปศึกษา (Discipline Based Arts Education: DBAE) ที่เน้นการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ตามหลักการทฤษฎีต่างๆ 4 แกน คือ 1) แกนศิลปะปฏิบัติ (Art Production) 2) แกนประวัติศาสตร์ศิลป์ (Art History) 3) แกนศิลปะวิจารณ์ (Art Criticism) และ 4) แกนสุนทรียศาสตร์ (Aesthetics) (ชนบพร วัฒนสุขชัย แสงวณิช, 2558) ซึ่งแนวคิดดังกล่าว ได้พัฒนาจนถึงปัจจุบันและได้มีการรวมศาสตร์ทางศิลปะให้มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันมากขึ้น ได้แก่ ทศศิลป์ ดนตรี และการแสดง (นาฏศิลป์) มาบูรณาการกันโดยใช้คำว่า ART เดิม “S” เป็น “Arts Education” โดยที่จัดการเรียนรู้หรือออกแบบกิจกรรมศิลปะในแนวบูรณาการ (Integrated) และมุ่งเน้นการออกแบบกิจกรรมศิลปะที่ส่งเสริมประสบการณ์ทางสุนทรียศาสตร์ การคิด การแก้ปัญหา การค้นพบด้วยตนเอง สร้างแรงบันดาลใจในการอยากเรียนรู้ พร้อมสร้างสรรค์งานศิลปะ ซึ่ง “หัวใจของการสอนศิลปะ คือ การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ทางสุนทรียะ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นผลงานได้อย่างสร้างสรรค์ผลงานศิลปะตามศักยภาพของตนเอง”

ขอบข่ายเนื้อหาในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะ

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะมีขอบข่ายทางด้านเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องในชีวิตของผู้เรียน ดังนี้

1) งานสถาปัตยกรรม/บริเวณ ที่ว่าง 2) ความขัดแย้ง/ความแตกต่าง 3) ความเชื่อ หรือความแตกต่างทางศาสนา และการปกครอง 4) ระบบนิเวศวิทยา 5) สภาพแวดล้อมทางมหาสมุทร 6) ครอบครัว และวัฒนธรรม 7) ศิลปะท้องถิ่น 8) เพศ 9) ปัญหาสิ่งแวดล้อม/การรักษาโลก 10) เรื่องเกี่ยวกับบุคคลสำคัญที่เป็นแบบอย่าง 11) ความเป็นตัวตน/บุคลิกภาพของแต่ละบุคคล 12) ศิลปะในธรรมชาติ 13) ความงามธรรมชาติ 14) ประชาชนในประเทศอื่น ๆ ในโลก 15) ประสบการณ์ส่วนบุคคล 16) สถานที่และเวลา 17) วัฒนธรรมที่ได้รับความนิยม 18) สิ่งที่ได้รับการนิยมในช่วงเวลา 19) สัมพันธภาพตนเองกับผู้อื่น 20) โรงเรียนและชุมชน 21) สัญลักษณ์ต่าง ๆ 22) คตินิยมหรือทัศนคติในเรื่องต่าง ๆ และ 23) การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นที่สามารถเชื่อมโยงบูรณาการสู่กิจกรรมศิลปะ Helen, D. H. (2010)

จากขอบข่ายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะสามารถเชื่อมโยงในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทั้งทางด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ศิลปะจะเป็นตัวเชื่อมโยงสร้างสรรค์จากความรู้ที่เป็นนามธรรมมาสู่รูปธรรมที่มองเห็นหรือจับต้องได้ การนำความคิดมาสร้างสรรค์เป็นผลงาน ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างและพัฒนาสิ่งใหม่หรือนวัตกรรม นำมาสู่แนวคิดการใช้ศิลปะ (Arts) ในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำมาสู่แนวคิด STEAM Education

แนวคิด STEAM Education

แนวคิด STEAM พัฒนาจาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) เป็นผู้ริเริ่มใช้คำดังกล่าว ซึ่งทั้งสี่สาขาวิชาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแต่ก่อนโดยทั่วไปแล้วนั้นจะจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการของสะเต็ม (STEM Education) นั้นจะนำสาระหรือสาขาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชามานบูรณาการเป็นส่วนหนึ่ง ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี หรือผสมผสานเทคโนโลยีในบางส่วน โดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีใหม่ในการแก้ปัญหา และนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้ Fioriello, P. (2010) การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา (STEM Education) มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีบูรณาการในระดับหลักสูตร หรือรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนที่เท่ากัน อาจจะเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิด STEM ได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอดแนวคิดดังกล่าว ได้แก่ Georgette Yakman นักวิชาการชาวอเมริกา ได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่มตัวอักษร “A” เข้ามา โดยที่ตัวอักษร “A” หมายถึง Arts หรือ ศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญา จิตวิทยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย โดย Georgette Yakman ได้จำแนกหลัก STEAM ไว้ดังนี้

Science	คือ	ประวัติศาสตร์ ธรรมชาติสาระ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : ชีววิทยา ชีวเคมี เคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์
Technology	คือ	ธรรมชาติของเทคโนโลยี เทคโนโลยีกับสังคม การออกแบบ ประโยชน์จากเทคโนโลยีในโลก รวมถึงเทคโนโลยี : การเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสาร ข้อมูล การผลิต การแพทย์ ไฟฟ้าและพลังงาน การผลิตและการขนส่ง
Engineer	คือ	การใช้เหตุผลหลักการ และการสร้างสรรค์ บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ : การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลว อุตสาหกรรมและระบบวัสดุ เครื่องจักรกล ลินแร่ นิวเคลียร์กองทัพเรือและมหาสมุทร
Arts	คือ	การสื่อสารการสร้างใจ แนวคิด ทักษะคิด และชนบประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคต : ทัศนศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย/นาฏศิลป์ การแสดง ภาษาวรรณกรรม รวมทั้ง การศึกษา ประวัติศาสตร์ ปรัชญา การเมือง จิตวิทยา สังคมวิทยา เทววิทยา ฯลฯ
Mathematic	คือ	ตัวเลข และการปฏิบัติ (คำนวณ) : พีชคณิตแคลคูลัส เรขาคณิต ทรีโกณมิติการสื่อสาร และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และการดำเนินการแก้ปัญหาการมีเหตุผลและหลักฐานทฤษฎี

Yakman, G. (2008) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือ พีระมิต STEAM ซึ่งแบ่งระดับชั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ ได้ดังนี้ คือ

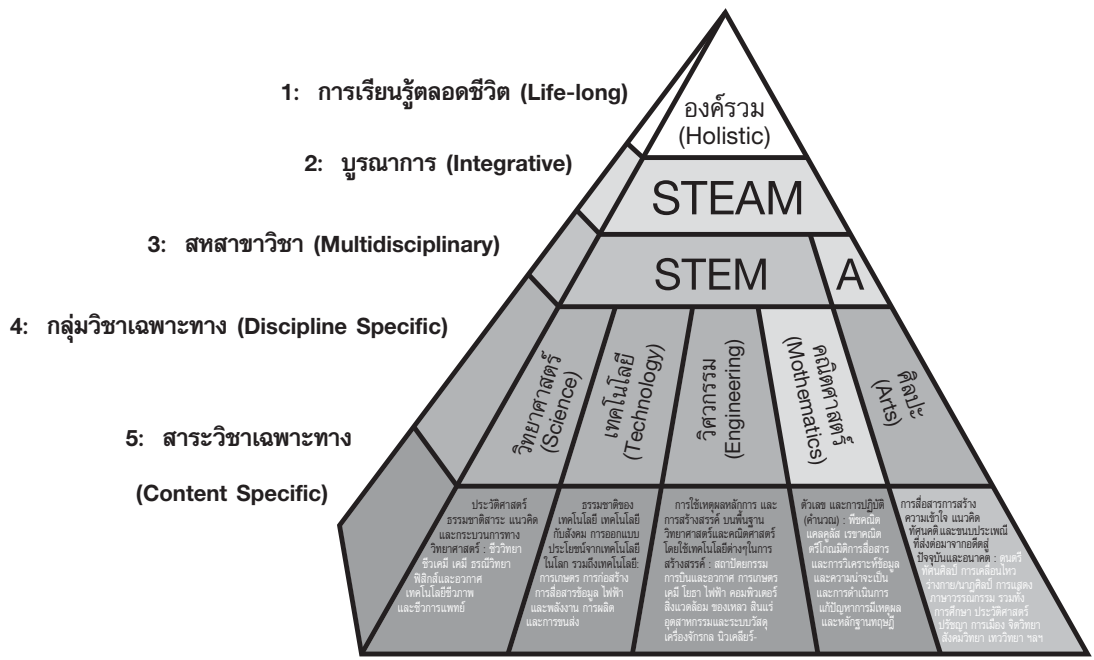
ขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับชั้นของพีระมิต

ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/หรือโปรเจ็ค ซึ่งทาง Yakman ได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับชั้นเหมาะกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

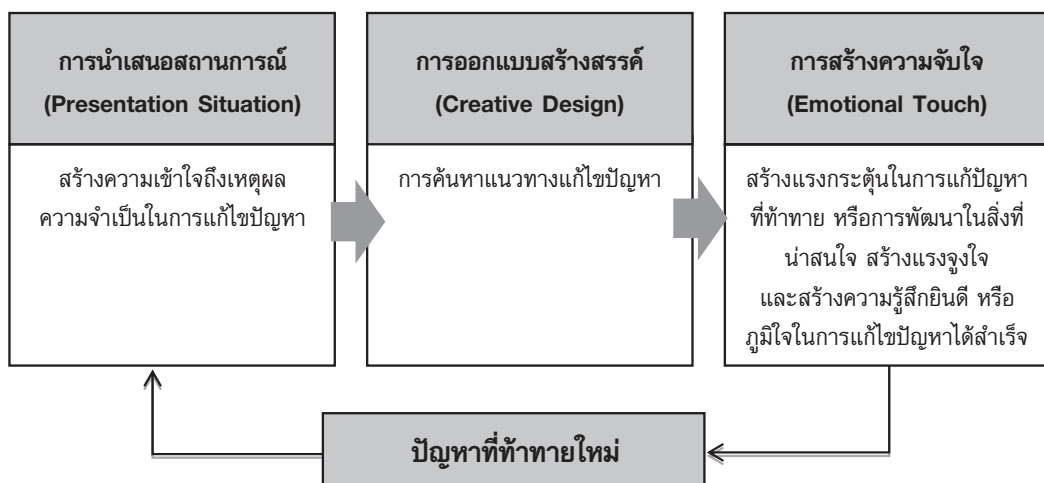
ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) ดังแผนภาพ 2



แผนภาพ 2 กรอบแนวคิด STEAM (Yakman, 2008)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในโรงเรียนทั่วโลกโดยได้มีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แนว STEAM เป็นอย่างดี ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของผู้เรียน เป็นการส่งเสริมการคิด ความสามารถที่หลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี มุ่งสู่การมีวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไป ความเป็นมาตรฐาน การเรียนรู้จากของจริง การค้นหาสืบค้นเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมและสิ่งใกล้ตัว ในประเทศสาธารณรัฐเกาหลี “สเต็มศึกษา” (STEAM Education) กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ ไม่เพียงแค่ว่าแต่นำสาระวิทยาศาสตร์และศิลปะมาใช้สอนด้วยกันเท่านั้น แต่กำหนดไว้เป็นวัตถุประสงค์ว่า เพื่อใช้ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถ ความเชื่อมั่น และความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น จึงสร้างแรงบันดาลใจและแรงจูงใจให้นักเรียนที่อยากจะประกอบอาชีพในด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Baek, 2011; Yakman, G. & Lee, H., 2012)

ปัจจัยพื้นฐานของ STEAM คือ การออกแบบสร้างสรรค์ และการสร้างความจับใจ โดยที่จัดประสบการณ์ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอยู่บนพื้นฐานความรู้ กระบวนการ ธรรมชาติที่หลากหลายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Baek et al., 2011) มูลนิธิแห่งประเทศสาธารณรัฐเกาหลีเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์ (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC)) ได้นำเสนอแนวทางการนำ สเต็มศึกษา (STEAM Education) ไปประยุกต์ใช้ โดยมีปัจจัยสำคัญ (หลัก) ในการนำแนวคิด STEAM ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ บริบท (context) การออกแบบ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) (KOFAC, 2012) ดังแผนภาพ 3



แผนภาพ 3 กรอบแนวทางการใช้ STEAM (KOFAC, 2012)

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว STEAM มี 3 ชั้นหลัก (Baek et al., 2011) ดังนี้

ขั้นแรก การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นบนโลก เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้น เช่น เข้าใจหรือวิเคราะห์ มองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือแก้ไขปัญหา หรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์

ขั้นที่สอง การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญไม่เพียงแต่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมุ่งเน้นทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน กระบวนการออกแบบสร้างสรรค์ หรือหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริง คุณค่า และความต้องการจำเป็นในสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นสุดท้าย การสร้างความรู้สึกรับรู้ อันทันเป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ การแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ การค้นหาได้ลงมือทำจริง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

การนำ STEAM ไปใช้การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในหลากหลายประเทศจะขอยกตัวอย่างการใช้ STEAM ที่ประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมเกาหลี เป็นการนำการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based) มาใช้ โดยเริ่มต้นด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนเห็นและทำความเข้าใจปัญหาในสังคม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน “คิด” ทำความเข้าใจปัญหา และ “คิด” หาวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งสร้างการมีส่วนร่วมให้เกิดการอยากค้นหา อันนำไปสู่การสร้างสรรคแนวทางในการแก้ไขปัญหารวมทั้งมีการบูรณาการ เนื้อหาสาระครอบคลุม สเต็ม (STEM) และ ศิลป์ (Arts) ที่เน้นการสร้างแรงจูงใจด้วยการให้ลงมือปฏิบัติ โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ตามแนวคิด STEAM

แนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะสร้างสรรค์ตามแนวคิด STEAM โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based) มีหลักสำคัญที่สังเคราะห์ได้ 4 ประเด็น ดังนี้ คือ

1) **การบูรณาการ (Integration)** ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงสอดประสานในเรื่องของความรู้/เนื้อหา กระบวนการ รวมถึงเจตคติ ของ STEAM

2) **ความหลากหลาย (Variety)** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการสร้างประสบการณ์ และยังมีหลากหลายทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และได้มีมวลประสบการณ์และความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

3) **ความลึก (Deep)** การลงลึกในองค์ความรู้ที่มีความจำเป็น และที่สนใจของผู้เรียนจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการต่อยอดสร้างสรรค์ต่อไปได้

4) ความเป็นพลวัต (Dynamic) ต้องคำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมรอบตัว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องนวัตกรรมเทคโนโลยี สภาพเศรษฐกิจ และสังคมทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ คือ หลักและแนวคิดทฤษฎีศิลปศึกษา DBAE (Discipline Based in Art Education) ประกอบด้วย 4 แขนง ที่นำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมและขอบข่ายการสอนศิลปะ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเป็นเฉพาะทางทัศนศิลป์ ดนตรี นาฏศิลป์ แต่ยังรวมไปถึงศาสตร์ทางภาษา มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์อีกด้วย

ตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์สาระวิทยาศาสตร์เป็นแกนหลักบูรณาการศิลปะในเรื่องของศิลปะปฏิบัติและศิลปะวิจารณ์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEAM เรื่อง “ครอบครัวตัวสาร” โดยที่วิเคราะห์และประยุกต์มาจากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร (ปฐมวัยและประถมศึกษา) ระดับประถมศึกษา ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์จากปัญหาในเรื่องของความรู้ความเข้าใจและการจดจำของลักษณะและชื่อเรียนของธาตุต่าง ๆ ที่ค่อนข้างจะจดจำยาก เพื่อความเข้าใจในเรื่องสารและธาตุให้มากยิ่งขึ้น โดยจำแนกตามแนวทาง STEAM ได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำแนก STEAM ในการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ เรื่อง “ครอบครัวตัวสาร”

Science	เคมี/สาร (สาระ)
Technology	การสืบค้นสารสนเทศที่เกี่ยวข้องผ่านเทคโนโลยี (กระบวนการ)
Engineer	การออกแบบ (กระบวนการ)
Arts	ทัศนศิลป์/ภาษา (สาระ)
Mathematic	รูปร่าง รูปทรง (สาระ) ตรรกะ (กระบวนการ)

เป้าหมายของกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ตามแนวคิด STEAM เรื่อง “ครอบครัวตัวสาร” คือ ให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในคุณสมบัติ หน้าที่ของธาตุ/สารที่ผู้เรียนได้ และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบตัวธาตุ/สารที่สร้างสรรค์มีเอกลักษณ์และสอดคล้องกับคุณสมบัติของธาตุหรือสารนั้น ๆ ได้ ดังนั้นกิจกรรมสร้างสรรค์ศิลปะจะไม่ใช่เป็นการเรียนรู้เฉพาะทางทัศนศิลป์และทางวิทยาศาสตร์แต่เพียงเท่านั้น และไม่จำเป็นต้องเป็นสาระหรือเนื้อหาอื่น ๆ ที่สามารถนำมาออกแบบกิจกรรม แต่ยังรวมถึงกระบวนการการเรียนรู้หรือปฏิบัติกิจกรรมที่สำคัญตามแนวคิด STEAM โดยมีรายละเอียดขั้นตอนกิจกรรมที่สรุปได้จากการนำไปใช้จริงในห้องเรียนในบริบทไทย

ตาราง 2 ขั้นตอนกิจกรรมตามกรอบแนวคิด STEAM

ขั้นตอน	กิจกรรม
<p>การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) STEAM Elements : S,E,A,M</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนนำเสนอเรื่องส่วนประกอบของสารใน น้ำหวาน ดิน อากาศ ง่ายๆ ๆ แยกออกมาให้ผู้เรียน พร้อมทั้งเขียนโครงสร้างทางเคมี และ อธิบายคุณสมบัติของธาตุ / สารให้ผู้เรียน (Science) - เร้าความสนใจผู้เรียนโดยใช้คำถามถ้าเราจะทำให้สัญลักษณ์หรือภาพ ส่วนประกอบของสารให้ง่ายต่อความเข้าใจ ผู้เรียนจะออกแบบสร้างสรรค์ อย่างไร (ปัญหาในการทำความเข้าใจและการจดจำในสัญลักษณ์และ สมบัติของสารที่ยาก) - ให้ผู้เรียนเลือกสารหรือธาตุที่สนใจสำหรับในการคิดออกแบบตัวสาร (ในขั้นนี้ผู้เรียนสามารถนำเรื่องของแนวคิดการออกแบบตัวการ์ตูนไปเก๋ม่อน ที่ได้สร้างสรรค์ตัวละครการ์ตูนตามลักษณะของธาตุที่มีความผสมผสาน ของสัตว์หลายชนิดมาเป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบธาตุหรือสาร) - ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องหลักการออกแบบ (Engineer) และทวนความรู้ เรื่องรูปร่างรูปทรง และเทคนิคการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะ (Mathematic and Arts)
<p>การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) STEAM Elements : T,E,A</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าข้อมูลทางสัญลักษณ์ คุณสมบัติของ สารที่ได้รับมอบหมายอย่างละเอียดผ่านการสืบค้นทางเทคโนโลยี สารสนเทศ นำมาสรุปเป็นข้อมูลสำคัญ (Technology) - ออกแบบลงในสมุดร่าง (Sketch Book) พร้อมคำอธิบายถึงสารที่ ออกแบบมาเบื้องต้น เพื่อนำมาให้อาจารย์ผู้สอนได้พิจารณาและให้ ข้อคิดเห็นในการพัฒนาการออกแบบตัวสารต่อไป (Engineer & Arts) - ลงมือสร้างสรรค์ตัวสารตามที่ออกแบบไว้ พร้อมเขียนอธิบายให้ ข้อมูลที่สำคัญตามหัวข้อที่กำหนด
<p>การสร้างความจับใจ (Emotional Touch) STEAM Elements : S,A,M</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ผู้เรียนได้นำเสนอสารที่ออกแบบที่ได้รับมอบหมายหน้าชั้นเรียนวิจารณ์ ผลงานที่ออกแบบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้ผู้ออกแบบได้พัฒนางานของ ตนเองต่อไป (หลักการวิจารณ์การออกแบบผลงานศิลปะ) (Science, Arts & Mathematic) - นำตัวสารที่ผู้เรียนออกแบบมาจัดทำเป็นตารางธาตุไว้ใช้ประกอบการ เรียนการสอนใช้ชั้นเรียน และใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อแสดงให้เห็นคุณค่าและการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงของผลงานที่ ผู้เรียนได้ออกแบบสร้างสรรค์มา (Arts & Mathematic)
<p>ต่อยอด/ปัญหาใหม่ (Improvement/New Problem)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ถ้านำสารต่าง ๆ มารวมกันจะเกิดสารใหม่เกิดขึ้น และจะมีรูปร่างลักษณะ อย่างไร มีคุณสมบัติอย่างไร (เป็นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียน วิทยาศาสตร์ ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบทาง ศิลปะโดยมีพื้นฐานความรู้ทางเคมีหรือสาร)

ผลงานที่ได้จะเป็นภาพวาดลักษณะเฉพาะของธาตุ/สารที่นักเรียนออกแบบสร้างสรรค์มา ซึ่งจะมีสาระวิชาวิทยาศาสตร์เป็นแกนหลักและกระบวนการทางการออกแบบทางศิลปะ ได้เป็นตารางธาตุที่มีลักษณะเฉพาะตัวและสร้างสรรค์ดังแผนภาพ 4-5



แผนภาพ 4 ตารางธาตุที่รวบรวมผลงานการออกแบบสร้างสรรค์ธาตุ/สารของนักเรียน

การประเมินงานผลงานสร้างสรรค์ศิลปะตามแนวคิด STEAM

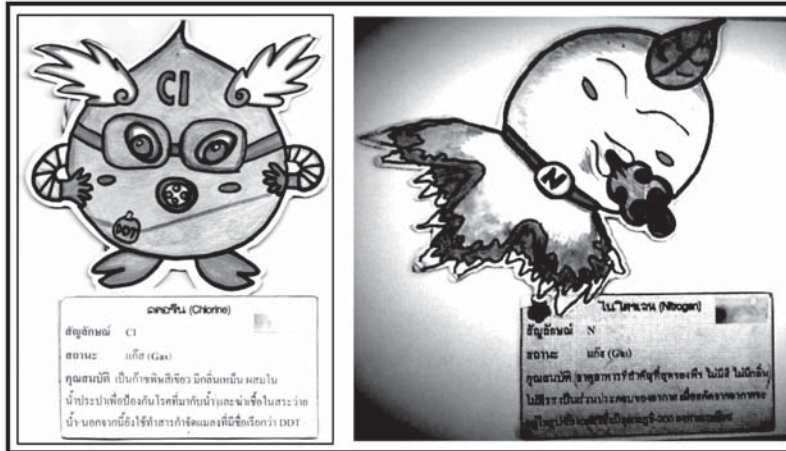
ผลงานสร้างสรรค์ศิลปะตามแนวคิด STEAM ผลงานที่แสดงออกจากความเข้าใจในสาระความรู้ที่บูรณาการที่เกี่ยวข้องกัน ความคิด และทักษะที่จะแสดงออกให้เห็นในกระบวนการ (Process) และผลงาน (Outcome) ของผู้เรียน จากการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ตามแนวคิด STEAM ดังนั้นการประเมินผลสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง มีดังต่อไปนี้

1) ความรู้ความเข้าใจ เนื้อหา การประเมินความรู้ความเข้าใจ เนื้อหาสาระ เป็นการประเมินที่ไม่จำเป็นต้องใช้แบบทดสอบหรือแบบวัดเพียงอย่างเดียว อาจจะใช้ร่วมกับการสังเกต การสัมภาษณ์ จากการตอบคำถามที่ผู้สอนตั้งจากผลงานหรือการอธิบายผลงานที่สร้างสรรค์ขึ้น

2) กระบวนการ การประเมินกระบวนการทำงาน จะสามารถเห็นร่องรอยได้จากกำหนดให้ทำ สมุดร่างแบบ อธิบายแนวคิด ขั้นตอนการสร้างงาน ปัญหาที่พบ และการแก้ปัญหาที่พบในเรื่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้างงาน

3) ทักษะทางศิลปะที่แสดงออกมา การประเมินทักษะที่แสดงออกมานั้นมักจะปรากฏในตัวผลงาน ในเรื่องของการใช้เทคนิควิธีการสร้างผลงานได้อย่างเหมาะสมกับตัวงาน ผลงานมีความสวยงาม (ตามวัตถุประสงค์ เทคนิควิธีการสร้างผลงานที่ได้กำหนดในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้) ความสะอาดเรียบร้อย สามารถสื่อสารได้อย่างเหมาะสม

4) การประเมินความคิดส่วนใหญ่แล้วจะเป็นความคิดสร้างสรรค์ที่จะแสดงออกมาเด่นชัดในตัวผลงาน ซึ่งเรื่องของความคิดสร้างสรรค์นั้น จะดูในประเด็นที่ไม่ลอกเลียนแบบใครเป็นสิ่งที่ใหม่ การใช้เทคนิควิธีที่แปลกต่าง วัสดุใหม่ และการแก้ปัญหาในการสร้างสรรค์ที่ปรากฏในผลงาน และการสื่อความหมายตามที่กำหนด



แผนภาพ 5 ตัวอย่างผลงานการออกแบบสร้างสรรค์หัวข้อเรื่อง “ครอบครัวตัวสาร”

สรุป

กิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ศิลปะตามแนวคิด STEAM ช่างต้น เป็นตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นผลของการนำ STEAM มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based) ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ โดยมีความรู้ความเข้าใจกับสิ่งที่เกี่ยวข้องผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM เพื่อค้นหาคำตอบ แนวทางการแก้ไขปัญหา หรือผลงานสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการออกแบบ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่บูรณาการสอดประสานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ โดยใช้ศิลปะเป็นสื่อกลางในการสร้างสรรค์จากความคิดมาเป็นของจริงในรูปแบบงานศิลปะ สะท้อนถึงสิ่งที่ผู้เรียนคิดและสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและอาจจะสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง ซึ่งสร้างความภูมิใจให้กับผู้เรียนได้เห็นถึงความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง สร้างแรงจูงใจ และแรงบันดาลใจในการอยากเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จากตัวอย่างผลงานตารางธาตุสิ่งที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน คือ ความรู้ความเข้าใจในตัวธาตุและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงผนวกจินตนาการถ่ายทอดออกมาเป็นรูปแบบงานออกแบบธาตุที่มีคาแรคเตอร์ (Character) บนฐานความรู้ และสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ง่าย และสนุกกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชนบพร วัฒนสุขชัย แสงวณิช. (2558). การเรียนรู้ด้วยการสะท้อนความคิดผ่านสมุดบันทึกภาพสำหรับ
นิสิตศิลปศึกษา. *วารสารครุศาสตร์*, 43(3), 119-131.
- วิรุณ ตั้งเจริญ. (2537). *ศิลปศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์
- สมประสงค์ น่วมบุญลือ. (2557). *สร้างสรรค์*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อารี พันธุ์มณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน*. กรุงเทพมหานคร: ไยโหม เอ็ดดูเคท.

ภาษาอังกฤษ

- Baek, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J-Y., Lee & J. Han, H. (2011). STEAM education in
Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149-171.
- De Bono, Edward. (1982). *Lateral thinking: A Text book of creativity*. Harondswort: Penquin
Book.
- Fiorello, P. (2010). *Understanding the basics of STEM education*. Retrieved July 28, 2016.
from <http://drpfconsults.com/understaning-the-basics-of-stem-education>
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*. 5; 445-454.
- Helen D. H. (2010). *The Art teacher's Book of lists*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Hyoungbum Kim Chungbuk, Dong-Hyun Chae Jeonju. (2016). The Development and
application of STEAM program based on traditional Korean culture. *Eurasia
Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1925-1936.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC). (2012). *Policy
directions of STEAM education: Introductory training of KOFAC STEAM*. Seoul,
Korea: Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- Loring W. A. & David R. K. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing :
a revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Torrence, E. P. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Yakman G. (2008). *Stem Education : an overview of creative of integrative education*.
Retrieved June 02, 2016. from <http://steamedu.com/>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as
a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for
Science Education*, 32(6), 1072-1087.

ผู้เขียน

อาจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ เลขที่ 6 ถนนราชมรรคาใน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง
จังหวัดนครปฐม 73000 E-mail: wisudpo@gmail.com, pongern__w@su.ac.th