



รายงานการวิจัย

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
โดยใช้สะเต็มศึกษา

**The Development of Scientific Literacy for Student Teacher
Using STEM Education.**

กตัญญา บุญสวน
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
โดยใช้สะเต็มศึกษา

**The Development of Scientific Literacy for Student Teacher
Using STEM Education.**

กติญา บุญสวน

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบ

จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้สะเต็มศึกษา
ผู้วิจัย	กติญา บุญสวน
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาพื้นฐาน และส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) เรื่อง ชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู กลุ่มที่ศึกษาคือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 55 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์จากชิ้นงานของนักศึกษา และแบบสัมภาษณ์ถึง โครงสร้าง การวิเคราะห์ ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 3 ที่ได้เรียนรู้ชีววิทยาของเซลล์ตามแนวสะเต็มศึกษานั้นมีส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ในทางที่ดีขึ้น นักศึกษาสามารถแก้ปัญหา วางแผน ตัดสินใจในบริบททางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างชิ้นงานใหม่ๆ ที่ใช้ประโยชน์ได้จริงภายใต้หลักการของชีววิทยาของเซลล์อีกด้วย

คำสำคัญ : การรู้วิทยาศาสตร์ สะเต็มศึกษา

Title The Development of Scientific Literacy for Student Teacher
Using STEM Education.

Author Katiya Bunsuan

Academic Paper General Science,
Petchabun Rajabhat University, 2016

ABSTRACT

This study focus on the basic education and learning to promote of science literacy in cells biology of the student teacher. They are the third year student teacher in the faculty of Education, General Science program at Petchabun Rajabhat University, 2nd semester of 2015, which consists of 55 people from the random purposive sampling. Tools for this research is the learning management of the STEM education for the evaluation of the knowledge in science from the work of the students and the semi structured interview. The content analysis of the finding have found that student who learned the Cells Biology STEM education has to promote a better understanding of the science skills. From this, students are able to solve problems, make plans, and make decisions in the context of reasonable scientific ways, and moreover, can creates new useful materials under the principle of Cells Biology.

Keywords : Science Literacy, STEM Education

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมใจ กงเต็ม ดร.สุวิทนา สงวนรัตน์ และ ดร.กมลฉัตร กล่อมอิม เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

กตัญญา บุญสวน

18 กันยายน 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่*1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่*2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy)	8
2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education)	19
2.3 การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์.....	27
บทที่*3 วิธีการดำเนินการวิจัย	31
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	31
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องมือ.....	31
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่*4 ผลการวิจัย.....	37
4.1 วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาพื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา	37
4.2 วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้สะเต็มศึกษา	40
4.3 วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อศึกษาผลการใช้สะเต็มศึกษา.....	51
บทที่*5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการวิจัย	54
5.1 อภิปรายผล.....	58
5.2 ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	66
ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องชีววิทยาของเซลล์	67
ภาคผนวก ค ใบกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา	82
ภาคผนวก ง ตัวอย่างผลงานนักศึกษา.....	92
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	104

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระดับของบริบทสำหรับการประเมินวิทยาศาสตร์ของ PISA	12
2	เนื้อหาการจัดการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษา ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 3	32
3	แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่บ่งชี้ถึงพื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์	39
4	ขั้นตอนการเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	50
5	แสดงร้อยละของนักศึกษาที่เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา	52

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ผังมโนคติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ บริบท ความรู้ และเจตคติ.....	15
2	วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....	28
3	วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....	29
4	แนวคิดหลักของการเรียนรู้แบบ cooperative learning.....	30
5	นักศึกษาเขียนปัญหาที่พบในการเรียนชีววิทยาของเซลล์.....	41
6	ผลงานนักศึกษา.....	42
7	ผลงานนักศึกษา.....	43
8	ผลงานนักศึกษา.....	44
9	ผลงานนักศึกษา.....	45
10	ผลงานนักศึกษา.....	46
11	ผลงานนักศึกษา.....	47
12	การเผยแพร่ผลงานนักศึกษาน้ำชั้นเรียน.....	49
13	การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 1.....	92
14	การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2.....	93
15	การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2.....	93
16	การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2.....	94
17	การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2.....	94
18	ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “รถไฟขนส่งสินค้า โดยใช้หลักการของ Ribosome” ...	95
19	ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “กังหันกอลจิ โดยใช้หลักการของ Golgi Complex”.....	95
20	ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “โรงไฟฟ้า โดยใช้หลักการของ Mitochondria”.....	96
21	ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “ไมโทโซลาร์เซลล์ โดยใช้หลักการ ของ Mitochondria”.....	96

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมโลกปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม วิทยาศาสตร์ ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สร้างสิ่งใหม่ แก้ปัญหา สามารถใช้ข้อมูลหลากหลายที่มีประจักษ์พยานสามารถตรวจสอบได้ ในสังคมแห่งความรู้ (Knowledge base society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

เนื่องจากในอดีตมนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหาและความท้าทายใหม่ๆอยู่ตลอดเวลา หากดำรงชีวิตอยู่โดยปราศจากความเข้าใจ อาจก่อให้เกิดความยากลำบากในการดำรงชีวิต หรือเกิดความสูญเสีย ปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะโดยธรรมชาติ หรือเกิดจากมนุษย์ ล้วนแต่เป็นประเด็นที่ต้องขบคิด แก้ปัญหา หรือหาข้อยุติร่วมกันทั้งในระดับประเทศและระดับโลกซึ่งประเด็นปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ย่อมต้องมีการรู้วิทยาศาสตร์ (Science literacy) เพียงพอที่จะรับรู้ ทำความเข้าใจ สื่อสาร หรือตัดสินใจในเรื่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวไปนั้น คือ ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และสามารถใช้สมรรถนะต่างๆที่จะจัดการหรือตัดสินใจเกี่ยวกับบริบททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) และ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientifically evidence) (สุนีย์ และคณะ, 2551)

การรู้วิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จะสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไม่ว่าทั้งการศึกษาในระบบหรือนอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการตามความ

เหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นทุกโรงเรียนมีหน้าที่ในการดำเนินการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมและพัฒนา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการศึกษา การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และจะทำให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ได้นั้น จะต้องมีการเป็นตัวแปรสำคัญในการจัดการเรียนรู้ เพราะฉะนั้นครูยุคปัจจุบันจึงมีความสำคัญมาก นั่นคือการทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนช่วยเหลือผู้เรียนให้พัฒนาตนเองให้ได้เต็มศักยภาพ และส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพราะเทคโนโลยีในทุกวันนี้มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว และล้ำสมัย ผู้คนในยุคใหม่จึงต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ตลอดเวลา นักเรียนต้องมีศักยภาพในการดำรงชีวิตอยู่ในโลกปัจจุบันได้ ดังนั้นครูต้องปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีและคอยแนะนำแนวทางการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเด็กอย่างเข้าใจ และพร้อมที่จะทุ่มเทวิชาความรู้ ด้วยวิธีการสมัยใหม่ตามธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลง

จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่า การพัฒนาประเทศเพื่อให้อยู่ได้ในยุคศตวรรษที่ 21 กำลังเป็นประเด็นที่ท้าทายสำหรับผู้นำประเทศทั่วโลก สิ่งสำคัญที่นานาประเทศต่างมุ่งหวัง คือ การพัฒนาให้เยาวชนในประเทศ มีความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีควบคู่ไปกับการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การมีความรู้และทักษะในวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อาจยังไม่เพียงพอสำหรับประเทศที่กำลังขาดแคลนแรงงานคุณภาพดี หรือแรงงานที่สามารถนำความรู้ทั้งหลาย มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องใช้ต่างๆ สำหรับการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต (สิรินภา, 2558) โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์ เป็นวิชาที่เกี่ยวกับเซลล์ โครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ โดยการศึกษาเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ที่มีขนาดใหญ่จนไปถึงขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงต้องมีเครื่องมือที่ทันสมัย และมีความละเอียดมาก เพื่อให้เห็น โครงสร้าง และส่วนประกอบของเซลล์ชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะฉะนั้น การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์นับเป็นเรื่องที่ยากที่จะเข้าใจ เพราะเป็นเรื่องที่ค่อนข้างละเอียด อีกทั้งเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อน จึงทำให้ผู้เรียน เกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับเนื้อหา เช่น เรื่องการแบ่งเซลล์ หรือ วัฏจักรของเซลล์ เป็นต้น (Tavasuria and Zurida, 2014)

การศึกษาเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์มากขึ้น โดยการเรียนรู้เรื่องชีววิทยาของเซลล์นั้นต้องอาศัยกระบวนการคิด และลงมือปฏิบัติ

รวมถึงการจดจำเนื้อหาที่ยุ่งยากและซับซ้อน ซึ่งการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ต้องใช้นวัตกรรมเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด แก้ปัญหาด้วยตัวของผู้เรียนเอง และทำให้ผู้เรียนได้รู้ว่าชีววิทยาของเซลล์เป็นเรื่องไม่ไกลตัว ทั้งนี้จะสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบสะเต็ม เนื่องจากจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่เป็นการผนวก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ไว้ด้วยกันนั้น (สิรินภา, 2558) นอกจากสะเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการ 4 สาขาดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ และสามารถนำไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สมรรถนะดังกล่าวข้างต้นได้อีกด้วย

จากสภาพความสำคัญ ความเป็นมาและปัญหาดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจและวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อให้มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีววิทยาของเซลล์ เพราะนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ และนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาของเซลล์ไปถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้ในอนาคต นอกจากนั้นยังมีความสำคัญสำหรับครูที่สอนระดับมัธยมศึกษา และเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างแท้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาพื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.2.2 เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้สะเต็มศึกษา

1.2.3 เพื่อศึกษาผลการใช้สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ด้านวิชาการ คือ นักศึกษานักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มีการรู้วิทยาศาสตร์ และสามารถถ่ายทอดให้นักเรียนเข้าใจได้
- 1.3.2 มีการเผยแพร่ คือ มีการเผยแพร่ในวารสารระดับชาติ/นานาชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา รายวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านตัวแปรที่จะศึกษา

- การรู้วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้สะเต็มศึกษา ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้สอนในงายวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาชีววิทยาของเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

- 1) กอลจิคอมเพล็กซ์
- 2) พลาสติด
- 3) นิวเคลียส

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) หมายถึง การรู้วิทยาศาสตร์คือการแสดงออกถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง

วิทยาศาสตร์ ที่นำไปใช้ในการตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1.5.1.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ คือความสามารถในการแยกแยะประเด็นเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ออกจากประเด็นในเรื่องอื่นๆ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่ตอบได้ด้วยประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันว่าสำคัญมากอย่างหนึ่งคือการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ใช้คำย่อว่า ISI (Identify Scientific Issues)

1.5.1.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน สามารถบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และคำพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล ที่เกี่ยวข้องกับวิชาพันธุศาสตร์ได้

1.5.1.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้ใช้คำย่อว่า USE (Using Scientific Evidence) สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมาย ความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ความรู้ ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์ หรือทั้งสองอย่าง

1.5.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEM education) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยความรู้ทั้ง 4 อย่างนี้จะถูกนำมาบูรณาการเข้าด้วยกันให้เกิดการรังสรรค์ชิ้นงานที่สามารถแก้ไขปัญหามในชีวิตจริง บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ได้ โดยงานวิจัยนี้จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning : PBL) เข้ามาช่วยในการทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ทั้ง 4 สาขาดังกล่าวมาแล้ว โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 : ขั้นที่ 1 : ขั้นกำหนดปัญหา (Define) นักศึกษาหาข้อมูลที่แต่ละกลุ่มมีความสนใจมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Model) พร้อมระบุเหตุผลที่เลือกสร้างโดยใช้พื้นฐานของหลักการทางชีววิทยาของเซลล์

ขั้นที่ 2 : ขั้นวางแผน (Plan) นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่าง ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ หลากหลายรูปแบบ เพื่อช่วยกันตัดสินใจ โดยเลือกแบบที่เหมาะสม สามารถใช้งานได้จริงภายใต้ หลักการของชีววิทยาของเซลล์ รวมถึงสัดส่วนที่จะสามารถนำมาสร้างเป็นวัตถุขนาดจริงได้ และมีความ ประณีต สวยงาม

ขั้นที่ 3 : ขั้นปฏิบัติ (Do) นักศึกษาแต่ละกลุ่มระดมสมอง แบ่งงานในกลุ่มเพื่อเลือก ชื่อวัสดุอุปกรณ์มาใช้ได้อย่างเหมาะสม และสมเหตุผล ภายในเวลาที่จำกัด และเงื่อนไขที่กำหนด

ขั้นที่ 4 : ขั้นทบทวน (Review) นักศึกษาจะทบทวนการทำงาน ว่าการทำงานครั้งนี้ ได้ผลตามจุดประสงค์ มีอุปสรรค มีความประทับใจในการทำงานหรือไม่อย่างไร และได้มีแนว ททางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาอย่างไร

ขั้นที่ 5 : ขั้นนำเสนอผลงาน (Presentation) นักศึกษามีการนำเสนอผลงานต่อ สาธารณะผ่านทางสื่อออนไลน์ เช่น facebook และ instagram เพื่อก่อให้เกิดความภูมิใจในชิ้นงาน ของตนเอง และเป็นการเผยแพร่ความรู้ที่ตน ได้คิดค้นขึ้นมาอีกด้วย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้สะเต็มศึกษา มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1. ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2. ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3. สถานการณ์และบริบทของวิทยาศาสตร์
 - 1.4. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
 - 1.5. การวัดและการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา
 - 2.1. ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 2.2. แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา
 - 2.3. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา
 - 2.4. บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา
 - 2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
 - 3.1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์
 - 3.2. แนวคิด/ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

1. การรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 มีการอภิปรายแนวทางที่เหมาะสมเกี่ยวกับการระบุนความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เช่น มีความพยายามอย่างมากที่จะสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่นำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง ในโลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

American Association for Advancement of Science (AAAS) ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์คือ การตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับมนุษย์อย่างมาก เข้าใจแนวคิดสำคัญและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตว่ามีทั้งความหลากหลายและความคล้ายคลึงกัน และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแนวทางที่เป็นวิทยาศาสตร์เพื่อจุดประสงค์ของตนเองและสังคม (AAAS, 1996)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้ให้นิยามเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์คือ การมีความรู้ความเข้าใจในมโนคติหลัก หลักการพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์นั้นคือ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น ควรมีเหตุมีผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและสามารถสื่อสารสู่ผู้อื่นได้

สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548) กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความรู้วิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจากการสังเกตและประสบการณ์ที่ได้รับเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ครอบคลุมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เพียงสาขาใดสาขาหนึ่งไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงได้

สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ (2551) กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการถามคำถาม ค้นหา และบ่งชี้คำตอบของคำถาม ซึ่งคำถามนี้เกิดจากความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน มีความเข้าใจบ่งชี้ประเด็นทาง

วิทยาศาสตร์และความสามารถตัดสินใจได้เกี่ยวกับประเด็นนั้นๆ สามารถโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งโดยอาศัยพยานหลักฐานและสามารถนำเอาข้อมูลสรุปจากการโต้แย้งมาใช้ที่เหมาะสม

สุริยศักดิ์ดา วงษาสุข (2552) กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยกัน 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ (knowledge) คือการมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และมีความเข้าใจในกระบวนการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) ด้านการมีส่วนร่วม (engagement) คือ สามารถอธิบายและยกตัวอย่างได้ และการเชื่อมโยงและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถวัดและประเมินค่า สาระความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสื่อต่างๆ ได้อย่างมีวิจารณญาณ สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสังคม มีความตระหนักและมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม 3) ด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (nature of science) คือ การมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาทิเช่น องค์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายสิ่งต่างๆได้ และวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ซับซ้อนทางสังคม

จากนิยามการรู้วิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา การรู้วิทยาศาสตร์คือการแสดงออกถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่นำไปใช้ในการตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

การวัดผลและการประเมินผลการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมาก เนื่องจากแต่เดิมเน้นการวัดผลในส่วนของความรู้ เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างเดียว แต่การวัดผลการรู้วิทยาศาสตร์นอกจากจะวัดผลในส่วนที่เป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมีการวัดผลในส่วนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ การตระหนักในผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อตนเองและสังคม ดังนั้นการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจะทำให้ทราบถึงการจัดการเรียนรู้ได้ว่าเตรียมประชากรสำหรับอนาคต ให้เป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อยเพียงใด การที่ผู้เรียนได้มีการเตรียมตัวให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จะช่วยทำให้ผู้เรียนเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่สามารถอยู่ในสังคมแห่งอนาคต ซึ่งเป็นสังคมของวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความสุข

องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development) ถือคุณภาพทางการศึกษาเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของการพัฒนาทางเศรษฐกิจจึงได้มีการศึกษาวิจัยหลายรูปแบบถึงประสิทธิภาพของระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก เพื่อป้อนข้อมูลกลับให้ประเทศสมาชิกทราบว่าระบบการศึกษาของประเทศนั้นๆ ได้เตรียมพร้อมเยาวชนในการศึกษาภาคบังคับ สำหรับอนาคตเพียงพอหรือไม่ อย่างไร ในช่วงทศวรรษ 2000 นี้ OECD ได้ดำเนินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ เรียกชื่อโครงการว่า PISA (Programme for International Student Assessment) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกได้เตรียมพร้อมประชาชน ให้มีศักยภาพสำหรับการพัฒนาและแข่งขันในประชาคมโลกเพียงพอหรือไม่ อย่างไร

PISA มุ่งประเมินสมรรถนะของนักเรียนที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงมากกว่าการประเมินความรู้ที่ได้เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน ณ ปัจจุบัน OECD/PISA เรียกสมรรถนะนั้นว่า Literacy ซึ่งในที่นี้คือ การรู้เรื่อง ซึ่ง OECD ตัดสินใจว่าการรู้เรื่องที่เป็นตัวชี้วัดอนาคตที่สำคัญ ได้แก่ การอ่าน (reading literacy) คณิตศาสตร์ (mathematic literacy) และวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เป็นตัวชี้บอศักยภาพของการพัฒนา และ PISA ประเมินในสามด้านนี้เท่านั้น (สุณีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์ย์, 2551)

การรู้การอ่าน ได้แก่ การเข้าถึงและค้นคืนสาระ (access and retrieving information) บูรณาการและตีความ (integrate and interpreting text) สะท้อนการประเมิน (reflect and evaluate)

การรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ การทำใหม่ (reproduction) คือการใช้สัญลักษณ์ นิยามมาตรฐาน การคำนวณตามตัวอย่าง วิธีทำตามตัวอย่าง การแก้ปัญหาเลียนแบบตัวอย่างเดิม การเชื่อมโยง (connection) คือการเชื่อมโยงโลกจริงกับสัญลักษณ์และโครงสร้างคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาแบบมาตรฐาน การแปลความ/ตีความ การสะท้อนและสื่อสาร (reflection and communication) การตั้งและแก้ปัญหาที่ซับซ้อน การสะท้อนและมองเห็นความสัมพันธ์ การใช้วิธีการที่เป็นความคิดริเริ่ม การใช้วิธีการที่ซับซ้อน การลงข้อสรุป

การรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ บริบทของการประเมินวิทยาศาสตร์ คือการรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง

วิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติ กับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความรู้วิทยาศาสตร์นั้น และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ คือการแสดง การตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์และแสดง ความรับผิดชอบต่อสิ่งต่างๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

1.3 สถานการณ์และบริบทของวิทยาศาสตร์

ส่วนสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ คือความผูกพันกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย ในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีการที่ใช้มักจะขึ้นอยู่กับ สถานการณ์ของประเด็นปัญหานั้น ปัญหาแบบเดียวกันแต่ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ต่างกัน วิธีการ เลือกใช้ก็จะต่างกัน ดังนั้นการสร้างข้อสอบจึงมีการจัดสถานการณ์ หรือจำกัดบริบทของภารกิจใน การประเมิน ตัวอย่างข้อคำถามจึงไม่ใช่ การสอบถามความรู้หรือความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร แต่จะใช้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริง เช่น ตัวเอง ครอบครัว หรือเพื่อน (บริบทส่วนตัว) จากสิ่งที่เป็นประเด็นร้อนที่ส่งผลกระทบต่อสังคมวัฒนธรรม ต่อสุขภาพ หรือต่อชีวิตมนุษย์ (บริบทสังคม) วิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อมวลชน หรือวิทยาศาสตร์ที่จะมีผลกระทบสืบเนื่องถึง สังคมโลกหรือต่ออนาคต (บริบทโลก) เป็นต้น คำถามการประเมิน PISA จึงอยู่ในสถานการณ์ซึ่ง เป็นส่วนหนึ่งของโลกของนักเรียนที่ภารกิจการประเมินหรือคำถามนั้นเกิดขึ้น คำถามของ PISA ไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับตัวเอง ครอบครัว ชุมชน จนกระทั่งสถานการณ์ของโลกก็ได้ แม้กระทั่งคำถามทางประวัติศาสตร์ซึ่ง เกี่ยวข้องหรือเข้าใจได้ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถนำมาถามได้ (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2553) ซึ่งระดับของบริบทสำหรับการประเมินวิทยาศาสตร์ ของ PISA จะเห็นได้ดัง ตาราง 1

ตาราง 1 ระดับของบริบทสำหรับการประเมินวิทยาศาสตร์ของ PISA

บริบท	ระดับส่วนตัว (ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับชุมชน (สังคม)	ระดับโลก
สุขภาพ	สุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	ควบคุมโรค สุขภาพ ชุมชน การเลือกอาหาร	โรคระบาด การระบาด ข้ามประเทศ
ทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้วัสดุ พลังงาน	การรักษาจำนวน ประชากรให้คงที่ คุณภาพ ชีวิตความมั่นคง การผลิต และการกระจายอาหาร การหาพลังงาน	ทรัพยากรที่เกิดขึ้นใหม่ได้ และไม่ได้ ระบบของ ธรรมชาติ การเพิ่ม ประชากร
คุณภาพสิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมเป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม	การกระจายประชากร การทิ้งขยะ ผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม อากาศใน ท้องถิ่น	ความหลากหลายทาง ชีววิทยา ความยั่งยืนของ ระบบนิเวศ
อันตรายพิชภัย	อันตรายจากธรรมชาติและ คนทำขึ้น	การเปลี่ยนแปลงกะทันหัน (แผ่นดินไหว พายุ คลื่น ยักษ์) การเปลี่ยนแปลง ช้าๆ (การ กัดเซาะ เป็นต้น) การ ประเมินความเสี่ยง	การเปลี่ยนแปลง บรรยากาศ ผลกระทบ ของสงคราม
ขอบเขตของ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี	ความสนใจในการอธิบาย ปรากฏการณ์ งานอดิเรกที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การ กีฬา การพักผ่อน ดนตรี และเทคโนโลยี	วัสดุใหม่ๆ เครื่องมือและ กระบวนการใหม่ การ ดัดแปลงพันธุกรรม เทคโนโลยีอาวุธ การ คมนาคมขนส่ง	การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต การสำรวจอวกาศ การเกิด จักรวาล

1.4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

PISA สํารวจถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสติปัญญาบางอย่าง กระบวนการที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เหตุผล การคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์และบูรณาการ การเปลี่ยนสัญลักษณ์ (เช่น ใสข้อมูลในตาราง แปลงตารางเป็นกราฟ ฯลฯ) การสร้างคำอธิบาย ข้อโต้แย้ง และการสื่อสารที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูล คิดออกมาในรูปของตัวแบบตลอดจนการใช้คณิตศาสตร์ ซึ่งนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสํารวจว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้ดีเพียงใด

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน สามารถบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และคำพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล ที่เกี่ยวข้องกับวิชาพันธุศาสตร์ได้

- การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญในการอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์ คือความสามารถในการแยกแยะประเด็นเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ออกจากประเด็นในเรื่องอื่นๆ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่ตอบได้ด้วยประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันว่าสำคัญมากอย่างหนึ่งคือการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ใช้คำย่อว่า ISI (Identify Scientific Issues) ซึ่งรวมถึงความสามารถต่อไปนี้

- รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ คำถามการประเมินสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะปัญหา/คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่นที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ หรือคำถามใดที่สํารวจตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่

- บอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า ในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้าและหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้ นั่นคือจะต้องระบุได้ว่าจะต้องใช้สาระข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสํารวจตรวจสอบ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนตอบว่าในคำถาม/ปัญหาที่กำหนดให้ นั้นนักเรียนจำเป็นต้องรู้สาระใดบ้างใช้ข้อมูลใด หรือต้องหาประจักษ์พยานหรือหลักฐานใด เพื่อที่จะได้ออกแบบวางแผนที่จะเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง

○ รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การแสดงความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องรู้ลักษณะที่สำคัญของการตรวจสอบ เช่น รู้ว่าการทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร จะต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด จะต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีกและจะต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

- การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้ใช้คำย่อว่า USE (Using Scientific Evidence) สมรรถนะนี้ต้องการให้ผู้เรียนรู้ความหมาย ความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ความรู้ ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์ หรือทั้งสองอย่าง การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มีความหมายรวมถึงความสามารถต่อไปนี้

○ รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใด แสดงว่ามีความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูล ร่องรับหรือพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป หรือการพยากรณ์ หรือการคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างข้อโต้แย้ง

○ การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูลหรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปที่ยกมาให้ โดยให้วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้นได้สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ หรืออาจจะให้ข้อมูลหรือประจักษ์พยานมาแล้ว ให้นักเรียนเป็นผู้ลงข้อสรุปจากข้อมูล หรือประจักษ์พยานหรือนักเรียนอาจใช้เหตุผลวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

○ สื่อสารข้อสรุป การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากประจักษ์พยาน และข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

○ การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในโมเดลทางวิทยาศาสตร์ ในข้อนี้จะวัดว่านักเรียนแสดงว่ามีความเข้าใจโมเดลวิทยาศาสตร์โดยการนำโมเดล (concept) นั้นๆไปใช้ได้ สถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ มีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่างหรือชี้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยให้นำโมเดลทางวิทยาศาสตร์ (ที่ไม่ได้กำหนดให้) มาใช้ในการบอกนั้นๆ นอกจากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ยังอาจรวมถึง การเลือกข้อสรุปจากหลายๆตัวเลือก การให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป

1.5.1.4 วิธีการที่วิทยาศาสตร์ถูกสอนในโรงเรียน เช่น นักเรียนรายงานถึงวิธีการที่ช่วยทำให้เกิดทั้งการเรียนรู้ สมรรถนะและความสนใจที่นักเรียนควรจะต้องมีเพื่อที่จะได้ใช้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพในชีวิต

1.5.1.5 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์

การกำหนดระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ไม่ได้ตัดสินใจโดยดูจากคะแนนภายหลังการสอบ หากแต่ไม่ได้ถูกออกแบบไว้ตั้งแต่ต้นในการออกข้อสอบแล้ว โดยการกำหนดสเกลความยากง่ายของข้อสอบว่าข้อใดมีความยากง่ายอยู่ที่ระดับใด ในการออกข้อสอบ ผู้เชี่ยวชาญจะกำหนดความยากง่ายของภารกิจออกเป็นระดับต่างๆ และให้มีความสัมพันธ์กับความสามารถของนักเรียน ดังนี้

ระดับ 1 นักเรียนแสดงว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัดเพียงแค่สามารถใช้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพียงไม่กี่อย่างสามารถให้คำอธิบายจากหลักฐานชัดเจนๆ ตรงๆ เท่านั้น

ระดับ 2 นักเรียนแสดงว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์พอที่จะสร้างคำอธิบายที่พอจะเป็นไปได้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยหรือสามารถลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อน สามารถใช้เหตุผลที่ตรงๆ และสามารถตีความตรงๆ ของผลการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ หรือปัญหาทางเทคโนโลยี

ระดับ 3 นักเรียนสามารถระบุประเด็นวิทยาศาสตร์ในบริบทต่างๆ ได้อย่างชัดเจน สามารถเลือกข้อเท็จจริงและความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์และสามารถใช้ตัวแบบอย่างง่ายหรือกลยุทธ์การหาความรู้ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถตีความและใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์จากหลายสาขา สามารถสร้างคำอธิบายสั้นๆ จากข้อเท็จจริง และสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์

ระดับ 4 นักเรียนสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ในสถานการณ์และประเด็นปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์และประเด็นปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ทำให้นักเรียนต้องอ้างถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถเลือกคำอธิบายและบูรณาการคำอธิบายจากวิทยาศาสตร์ต่างสาขา และเชื่อมโยงคำอธิบายนั้นๆ เข้าสู่สถานการณ์ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถสะท้อนความคิดและการกระทำที่ตอบสนองสถานการณ์ สามารถสื่อสารโดยใช้ความรู้และประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ระดับ 5 นักเรียนสามารถระบุบอกร่องรอยประกอบทางวิทยาศาสตร์ของสถานการณ์ที่ซับซ้อนต่างๆ ในชีวิต สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์เหล่านี้ สามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันเลือกและประเมินหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการตอบสนองต่อสถานการณ์นั้นๆ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ เชื่อมโยงความรู้ที่เหมาะสมและมองสถานการณ์อย่างพินิจพิจารณา สามารถสร้างคำอธิบายบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน และสร้างข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการพินิจพิจารณา

ระดับ 6 นักเรียนแสดงความสามารถอย่างสม่ำเสมอในการระบุอธิบาย และประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย สามารถเชื่อมโยงระหว่างแหล่งสารกับการอธิบาย และใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่างๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนแสดงออกว่ามีความคิดเป็นวิทยาศาสตร์เบาะมีความเป็นเหตุเป็นผลในระดับสูง (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ , 2551)

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปาจริย์ ตัวลิขเรศ (2549) ทำการพัฒนาคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ลักษณะ คือ กิจกรรมที่จัดตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกิจกรรมที่จัดตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนด ผลการทดลองใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการตาม “คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” พบว่านักเรียนกลุ่มที่ผ่านกิจกรรมบูรณาการมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ของแหล่งเรียนรู้ปกติ และกลุ่มควบคุม ซึ่งการที่นักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจาก “คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นทั้งหมด 3 แผน หนึ่งในแผนนั้นคือการที่นักเรียนได้ไปทัศนศึกษาที่แหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะมีความ

สนุกสนานที่ได้เรียนรู้เรื่องราววิทยาศาสตร์ผ่านทางสื่อที่น่าสนใจมากมาย ส่งผลให้นักเรียนเกิด ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับ การดำเนินชีวิตประจำวันได้ในเรื่องนอกเหนือจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในปัจจุบัน จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นนั่นเอง

วรรณงาม มาระครอง (2553) ศึกษาการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) พบว่าการ แสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการถามวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถแยกแยะ คำถามและบอกคำสำคัญในการค้นคว้า การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการพยากรณ์ การเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ที่อาจเกิดขึ้น การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดให้นักเรียนเผชิญสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถ พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วย ส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนรู้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นการปลูกฝังคุณลักษณะความเป็น วิทยาศาสตร์ให้เกิดในตัวนักเรียนเพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตที่มีความเป็นวิทยาศาสตร์ได้ เป็นอย่างดีในอนาคต

ปิยะวรรณ เชิญทอง (2554) ทำการวิจัยใช้แหล่งเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การสัมภาษณ์ การสังเกต แบบบันทึก อนุทิน การบันทึกวิดีโอ พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น มีการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลาย ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับธรรมชาติ และ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ เช่น การสำรวจป่าชุมชนและลักษณะพรรณไม้ การตั้ง คำถามประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การทดลองเกี่ยวกับดิน น้ำ และหิน จึงช่วยให้นักเรียนมีสมรรถนะ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และการนำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาใช้ในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่หลากหลายร่วมกับงานวิจัยเชิงปฏิบัติการทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมี

ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยตรง และได้ความรู้ใหม่ที่มีคุณค่ารู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

กตัญญา บุญสวน (2558) มุ่งพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนว The Generative Learning Model (GLM) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นเน้น ขั้นท้าทาย และขั้นนำไปใช้ แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการสัมภาษณ์ถึง โครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติและการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ในขั้นท้าทาย เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงมโนคติไปสู่มโนคติทางวิทยาศาสตร์ และใช้มโนคตินี้อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในเรื่องพันธุศาสตร์ได้

ไอรินา โฮลเดน (Irina Holden, 2010) ได้ศึกษาทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์ รวมถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดชีวิตด้วย โดยจะสำรวจจากนักศึกษาที่เรียนสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม พบว่า ส่วนใหญ่ นักศึกษาที่เข้าร่วมการศึกษาในครั้งนี้มีทัศนคติที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้นกว่าตอนเริ่มเข้ามาเป็นนักศึกษาเป็นอย่างมาก รวมถึงนักศึกษาเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิศวกรรม/เทคโนโลยี โดยมาตรฐานนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์อย่างตลอดชีวิต นอกจากการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เป็นไปตามมาตรฐานของประเทศแล้ว ยังเป็นการสร้างพลเมืองที่ดีมีความรับผิดชอบสู่สังคมอีกด้วย

2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการบูรณาการทั้งการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และการรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy) เข้าด้วยกัน ซึ่ง เขมวดี พงสานนท์ (2557) (อ้างถึงใน สิริินภา, 2558 หน้า 202) อธิบายความหมายแต่ละส่วนไว้ดังนี้

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โลก อวกาศ ดาราศาสตร์) ความสามารถที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชา และมีทักษะปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์

การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) หมายถึง ความเข้าใจ และความสามารถในการใช้งานจัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ให้เหตุผล และการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างคำอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน รวมถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและตัดสินใจ

การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy) หมายถึง ความเข้าใจในการพัฒนา หรือการได้มาของเทคโนโลยีโดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม และความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิด และลักษณะดังนี้ (พรทิพย์, 2556 หน้า 50)

1) เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการ ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว

2) เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับ ชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าใน ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้ แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้ นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้ สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็ จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียน ได้มากขึ้นเท่านั้นซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3) เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิด สร้างสรรค์ ฯลฯ

- ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการ น้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดข้างต้นนักการศึกษาก็ยังได้มีบูรณาการ ศาสตร์อื่นประกอบเพื่อให้การจัดการศึกษา STEM Education นั้นครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษา STEAM Education ที่มีการบูรณาการศิลปะ (A) ทำให้ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้นผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเอง ในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์ และความสวยงาม เพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและ ความสวยงาม (ยศวีร์ สายฟ้า, 2555) การจัดการศึกษา STEM Education ที่เน้นเพิ่มเติมให้ผู้เรียนตระหนักเกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรม (Ethics: E2) ที่เป็นองค์ประกอบส่วน สำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้เป็นคนดี

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นมีหลากหลายแนวทางด้วยกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องนำวิธีการจัดการเรียนรู้ต่างๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียน ได้ใช้ความรู้ทั้ง 4 ศาสตร์ มาใช้สร้างสรรค์ผลงานบนพื้นฐานของหลักการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวถึงต่อไปนี้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning : PBL) ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้องค์ความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่นักการศึกษาหลายท่านยอมรับว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่ ครูผู้สอนทุกระดับการศึกษาควรนำไปใช้เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียน โดยการค้นหาความรู้ด้วยตนเองด้วยการทำโครงงาน ดังนั้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ที่ทำหน้าที่ครูทุกคนจะต้อง มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานในการ พัฒนาผู้เรียน เพราะกิจกรรมโครงงานถือว่าเป็นกิจกรรมที่สนองต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้เป็นอย่างดี และยังเป็นกิจกรรมที่ครูทุกคนสามารถประยุกต์ ใช้ได้กับการเรียนการสอนในทุกรายวิชา โครงงานเป็นกิจกรรมที่สามารถพัฒนาเด็กยุคใหม่ที่อยู่ในสังคมของแหล่งข้อมูลข่าวสารที่หลากหลายและทันสมัย ที่ต้องมีความสามารถในการเลือกสรรให้ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับและวัยของตนเอง

รวมไป ถึงความสามารถที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี และกิจกรรมโครงการยังสามารถปฏิรูปเด็กยุคใหม่ในสังคมไทยให้รู้จักสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนที่เรียกว่า การศึกษาตลอดชีวิต (Life-Long Education) (ลัดดา ศิลา น้อย และอังคณา ตุงคะสมิต, 2553)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน เลือกสิ่งที่ศึกษา กำหนดเรื่องที่จะศึกษาหรือโครงการที่สนใจจะทำ เป็นการศึกษาด้วย ตนเองในสิ่งที่มี คล้ายคลึงเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงหรือสภาพปัญหาที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ ความรู้ ความคิดที่ลึกซึ้ง เชื่อมโยงสัมพันธ์กันจนได้ความรู้ ใหม่ที่มีความหมายสอดคล้องและ เชื่อมโยงกัน ได้ใช้ทักษะที่มีในการทำงานตามความ ต้องการและความสนใจ ทำให้ผู้เรียนได้ พัฒนาความรับผิดชอบ ความมีวินัยในตนเอง และความรอบคอบในการปฏิบัติงาน (สำนักงาน คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2541) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน ตั้งอยู่ บนพื้นฐานความเชื่อและ หลักการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ คือ เชื่อมมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของ ผู้เรียนภายใต้ หลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงใน ท้องถิ่น (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2543) กล่าวคือ

- 1) ผู้เรียนได้เลือกเรื่องหรือประเด็น หรือปัญหาที่ต้องการจะศึกษาด้วย ตนเอง
- 2) ผู้เรียนเลือกและหาวิธีการตลอดจนแหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเอง
- 3) ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 4) ผู้เรียนได้บูรณาการทักษะ ประสบการณ์ ความรู้ และสิ่งแวดล้อมรอบตัวตาม

สภาพจริง

- 5) ผู้เรียนเป็นผู้สรุปและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง
- 6) ผู้เรียน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น
- 7) ผู้เรียน ได้นำความรู้ไปใช้จริง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มจากให้ผู้เรียนเลือก หรือกำหนดชื่อโครงการที่จะศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจการจัดทำโครงการ การวางแผนการ ดำเนินงาน การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การดำเนินงานของโครงการตามแผน

ที่วางไว้ รวมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเขียนรายงานผลโครงการ และนำเสนอผลของโครงการ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน มีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ซึ่งแนวคิดนี้ มีความเชื่อว่า หากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เรียนโดยการลงมือทำเป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ซึ่งส่วนของ วงล้อ แต่ละขั้น ได้แก่ Define, Plan, Do, Review และ Presentation

ขั้นที่ 1 : Define คือ ขั้นตอนการทำให้สมาชิกของทีมงาน รวมทั้งครูด้วยมีความชัดเจนร่วมกันว่า คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงการคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ อะไร

ขั้นที่ 2 : Plan คือ การวางแผนการทำงานในโครงการ ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทางหนีทีไล่ในการทำหน้าที่โค้ช รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงการของนักเรียน และที่สำคัญ เตรียมคำถามไว้ถามทีมงานเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่นักเรียนมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเองแก้ปัญหาเอง นักเรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบแลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด งานในขั้น Do ก็จะสะดวกเลื่อนไหลดีเพียงนั้น

ขั้นที่ 3 : Do คือ การลงมือทำ มักจะพบปัญหาที่ไม่คาดคิดเสมอ นักเรียนจึงจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติมทักษะในการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห์กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น ในขั้นตอน Do นี้ ครูเพื่อศิษย์จะได้มีโอกาสสังเกตทำความรู้จักและเข้าใจศิษย์เป็นรายคน และเรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็น “วาทยากร” และโค้ชด้วย

ขั้นที่ 4 : Review คือ การที่ทีมนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่าโครงการได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง เอาทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลว

มาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสมรวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจ หรือ เหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวน ไตร่ตรอง (reflection) หรือในภาษา KM เรียกว่า AAR (After Action Review)

ขั้นที่ 5 : Presentation คือ การนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ ทักษะอีกชุดหนึ่ง ต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงาน และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เราใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และ นำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มี เพาเวอร์พอยท์ (PowerPoint) ประกอบ หรือจัดทำวิดิทัศน์ นำเสนอ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

ลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1. ยึดหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่
2. เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Active Learning)
3. เป็นเรื่องและผู้เรียนสนใจและรู้สึกสบายใจที่จะทำ
4. ผู้เรียนได้รับสิทธิในการเลือกว่าจะตั้งคำถามอะไร และต้องการผลผลิตอะไรจากการทำโครงงาน
5. ครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน
6. ผู้เรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง
7. เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดล้อมจริง
8. มีฐานจากการวิจัย ศึกษา ค้นคว้า หรือ องค์กรความรู้ที่เคยมี
9. ใช้แหล่งข้อมูล หลายแหล่ง
10. ผังตรงด้วยความรู้และทักษะต่างๆ
11. สามารถใช้เวลามากพอเพียงในการสร้างผลงาน
12. มีผลผลิต

2.4 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา

บทบาทของครูผู้สอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) มีดังนี้

2.4.1 จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่น่าตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและแก้ปัญหาได้ในสถานการณ์จริง

2.4.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิด และการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

2.4.3 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

2.4.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2.4.5 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning : PBL) โดยมสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง และท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.4.6 เป็นผู้โค้ช (Coach)

2.4.7 เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

2.4.8 ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด

2.4.9 ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลายให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่าง และหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัสสร ติตมา (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เพิ่มขึ้น

คารารัตน์ ชัยพิลา (2558) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงาน ตามแนวคิด STEM Education ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับดี ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.67 คิดเป็นร้อยละ 88.35 เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอนด้วยการทำโครงการ ได้ใช้ความรู้จากศาสตร์วิชาทั้ง 4 วิชา มาบูรณาการความคิด จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างดี

ศราวุธ ชาญนคร (2558) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ นั้นช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจาก 66.97 เป็น 111.5 ส่วนด้านความคิดคล่อง นักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นจาก 17.39 เป็น 28.92 ด้านความคิดริเริ่ม นักเรียนมีคะแนนเพิ่มจาก 12.86 เป็น 36.92 ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลา และการใช้ประเด็นการเรียนรู้

จรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา โดยมีการใช้หลักสูตรอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้สำหรับครูระดับประถมศึกษา วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา จากการสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัย 2) จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาศึกษาด้วยตนเอง ก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน 4) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

3. การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

ระบบการจัดการศึกษาในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge Society) ซึ่งต้องพึ่งพาความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนา คน องค์กร เศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการบริการ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ดังนั้นระบบและกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เหมาะสมและมีคุณภาพ จึงเป็นกลไกสำคัญในการนำพาประเทศไปอยู่ในกลุ่มประเทศก้าวหน้า

ปัจจุบันวิทยาการสาขาต่าง ๆ มีความก้าวหน้ามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว นับวันความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จะยิ่งทวีมากขึ้นจนเรียกว่าเป็นสังคมข้อมูลข่าวสาร (Information Society) หรือสังคมวิทยาศาสตร์ (Science Society) (กรมวิชาการ, 2545) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญทั้งสภาพปัจจุบันและอนาคต โดยการสำรวจตรวจสอบใน 3 เรื่อง คือ

1. สภาพความเป็นจริงของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. แนวโน้มการจัดการเรียนการสอนที่อาศัยการสร้างกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

เพราะฉะนั้นการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ที่ จะทำอย่างไรให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างดี และเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้ สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 แนวคิด/ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กรมวิชาการ, 2545)

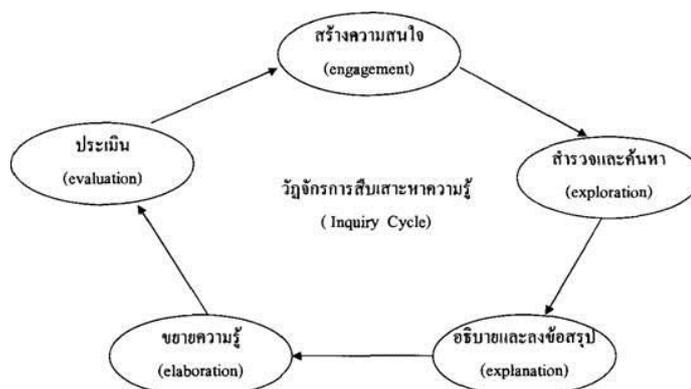
การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาใน ส่วนของเนื้อหาและหลักการด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่ สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในวัยต่าง ๆ

เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget
- 2) ทฤษฎีการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) ของ John Dewey
- 3) ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning ของ Bruner
- 4) การเรียนรู้ที่มีความหมายของ Asubel
- 5) ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีดังต่อไปนี้

- 1.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้
 - 1.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)
 - 1.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)
 - 1.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)
 - 1.1.4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)
 - 1.1.5 ขั้นประเมิน (evaluation)

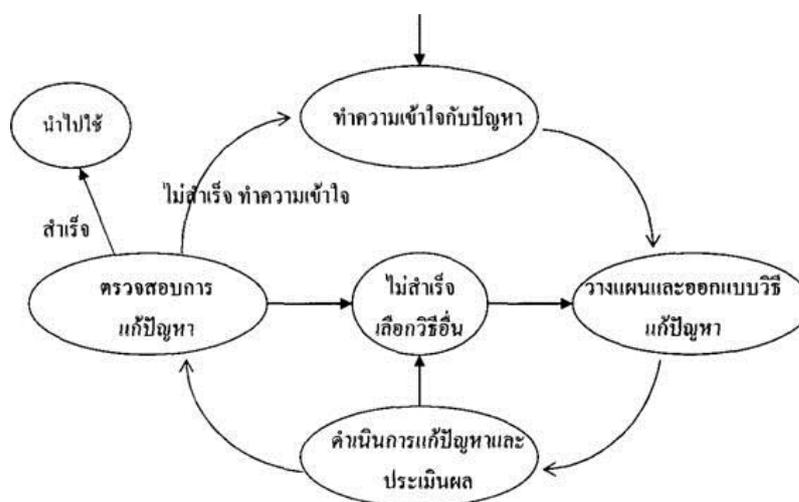


ภาพที่ 2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 23)

1.2 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving process) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและการปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้ นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหา ต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจ

ในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา การแก้ไขปัญหามักทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้ และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น ซึ่งมีกระบวนการในการแก้ปัญหาคตามขั้นตอน ต่อไปนี้

- 1.2.1 ทำความเข้าใจปัญหา
- 1.2.2 วางแผนแก้ปัญหา
- 1.2.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล
- 1.2.4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา



ภาพที่ 3 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (กรมวิชาการ, 2545)

1.3 กิจกรรมคิดและปฏิบัติ (Hand-on Mind-on Activities) นักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์แนะนำให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิด และลงมือปฏิบัติ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็ จะเกิดความคิดและคำถามที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าว จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุป และการศึกษาต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

1.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในกลุ่ม นักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวิถีใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้ดี แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิผลนั้น ต้องมีรูปแบบหรือการจัดระบบอย่างดี นัก

การศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางเพื่อจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยแนวคิดหลักที่นำไปสู่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 6 ประการ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แนวคิดหลักของการเรียนรู้แบบ cooperative learning (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 25)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารัฐวิद्याศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพรุ สาขา วิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งได้มีวิธีการดำเนินงานวิจัยนี้ การวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยจะใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวม ข้อมูลเป็นเชิงคุณภาพทั้งหมด และยังใช้วิธีการเชิงคุณภาพในการศึกษาหาคำตอบในประเด็น เดียวกัน ในเวลาพร้อมๆ กัน แต่แยกกันดำเนินงานตั้งแต่การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล และ นำผลการวิจัยที่ได้นี้มาเปรียบเทียบ และเปรียบเทียบ ว่ามีส่วนใดที่ได้ผลเหมือนหรือคล้ายกัน และมี ส่วนใดที่ได้ผลต่างกัน เพื่อพิจารณาความตรง (Validity) ของผลการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรุชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุ ศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 55 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ มคอ.3 รายวิชาชีพรุวิชาของเซลล์ ประกอบไป ด้วยเนื้อหา 3 เรื่อง โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 25 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง แบบ ประเมินการรัฐวิद्याศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

3. ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องมือ

3.1 มคอ.3 รายวิชาชีพรุวิชาของเซลล์ โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา

3.1.1 ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสารงานวิจัย ที่เกี่ยวกับทฤษฎีและการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา หลักการเขียนมคอ.3

3.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาที่ทำการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ชีววิทยาของเซลล์

3.1.3 ออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับ สะเต็มศึกษาและการรัฐวิद्याศาสตร์

3.1.4 ดำเนินการสร้าง มคอ.3 จำนวน 25 ชั่วโมง ดังตาราง 2

ตาราง 2 เนื้อหาการจัดการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ
ครูชั้นปีที่ 3

ลำดับที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
1	กอลจิคอมเพล็กซ์	5
2	พลาสติด	5
3	นิวเคลียส	15
	รวม	25

3.1.5 นำหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการวิจัย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน
วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน พิจารณาการตรวจสอบรายละเอียด
ของการจัดการเรียนรู้ตาม มคอ.3 เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตาม
มคอ.3 และประเมินคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ตาม มคอ.3 โดยมีเกณฑ์ประเมินดังนี้

- 5 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อย
- 1 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นำผลการตรวจให้คะแนนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดคำนวณหา
ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 คะแนน หมายถึงความเหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 คะแนน หมายถึงความเหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 คะแนน หมายถึงความเหมาะสมปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 คะแนน หมายถึงความเหมาะสมน้อย
- ค่าเฉลี่ย 0.00 – 1.49 คะแนน หมายถึงความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์เพื่อตัดสินผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญว่ากิจกรรมมีความเหมาะสม
หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00
คะแนน ถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเหมาะสม

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปตรวจสอบคุณภาพโดยการนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งได้มาจากการเลือกเฉพาะเจาะจง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

3.1.7 ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตาม มคอ.3 อีกครั้งหนึ่ง เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.1.8 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตาม มคอ.3 โดยใช้รูปแบบสะสมศึกษา เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

3.2 แบบสัมภาษณ์ไม่มีโครงสร้าง

3.2.1 ศึกษาเหตุการณ์ที่เป็นปัจจุบัน ที่สอดคล้องกับ เนื้อหาเรื่องชีววิทยาของเซลล์ สำหรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 3

3.2.2 สร้างแบบสัมภาษณ์ไม่มีโครงสร้างที่ครอบคลุมการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

3.2.2.1 สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

3.2.2.2 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3.2.2.3 สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

เป็นการสัมภาษณ์นักศึกษาเป็นรายบุคคล ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) จำนวน 10 คน ในการสัมภาษณ์นี้จะมีหัวข้อคำถามครอบคลุมเรื่องที่จะสัมภาษณ์เป็นหลัก จะทำการสัมภาษณ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบของสะสมศึกษา เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีววิทยาของเซลล์ เพื่อทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของความรู้และสมรรถนะที่เกิดขึ้นกับตัวของศึกษาเอง โดยมีการบันทึกเทป และผู้วิจัยนำมาถอดเทปมาศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยละเอียด เพื่อลงสรุปข้อมูล

3.3 แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะสมศึกษา

3.3.1 ศึกษาประเด็นเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ครอบคลุมการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

3.3.1.1 สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

3.3.1.2 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3.3.1.3 สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

3.3.2 คำเนินการสร้างแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยไม่ระบุเป็นตัวเลข จะใช้การจัดกลุ่มการเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่

ระดับ 4 เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 สมรรถนะหลัก

หมายถึง มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้อธิบายพยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์

ระดับ 3 เกิดการรู้วิทยาศาสตร์เพียง 2 สมรรถนะหลัก (สมรรถนะใดก็ได้)

หมายถึง มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือสามารถใช้อธิบายพยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล อย่างน้อย 2 ประเด็น ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์

ระดับ 2 เกิดการรู้วิทยาศาสตร์เพียง 1 สมรรถนะหลัก (สมรรถนะใดก็ได้)

หมายถึง มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือสามารถใช้อธิบายพยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ประเด็นใดประเด็นหนึ่ง ซึ่งถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์

ระดับ 1 ไม่เกิดการรู้วิทยาศาสตร์

หมายถึง ไม่มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้อธิบายพยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์

3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการรู้วิทยาศาสตร์

3.4.1 ศึกษาประเด็นเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ครอบคลุมการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

3.4.1.1 สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

3.4.1.2 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3.4.1.3 สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

3.4.2 ดำเนินการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยจะระบุหัวข้อที่ต้องการสังเกต และบันทึกพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการรู้วิทยาศาสตร์ไว้เป็นแนวทางในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา รวมถึงการสร้างชิ้นงานของนักศึกษาเองด้วย

3.4.3 โดยจะสร้างตามพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีการรู้วิทยาศาสตร์ จัดตามกลุ่ม 3 กลุ่มดังต่อไปนี้

กลุ่ม 1 : มีความพยายามในการหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทดลองซ้ำๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากอาจารย์ประจำวิชา เครื่องมือสื่อสาร (สมาร์ตโฟน) และหนังสือ เพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง

กลุ่ม 2 : มีความพยายามในการหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทดลองซ้ำๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากอาจารย์ประจำวิชา หรือเครื่องมือสื่อสาร (สมาร์ตโฟน) หรือหนังสือ เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง

กลุ่ม 3 : ไม่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ และไม่ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

4.1 เข้าสังเกตการณ์เรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ ในรายวิชา ชีววิทยาของเซลล์ โดยใช้การสังเกตแบบไม่เป็นทางการ เพื่อสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตาม มคอ.3 โดยใช้สะเต็มศึกษา

4.3 ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์นักศึกษา จำนวน 10 คน โดยเฉลี่ย ในทุกๆ ชั่วโมง

4.4 ทำกิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงานทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะประเมินการรู้วิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรม และชิ้นงานของนักศึกษา โดยใช้แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

5.1 จากแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ระหว่างเรียน โดยสุ่มนักศึกษา 10 คน โดยทำการบันทึกเสียงไปพร้อมกัน จากนั้นผู้วิจัยนำบทสัมภาษณ์มาถอดเทป โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และยกตัวอย่างบทสัมภาษณ์ประกอบ จากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อความถูกต้องของข้อมูล แล้วสรุปและลงความเห็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์

5.2 จากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมิน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยจะวิเคราะห์ด้วยการจัดกลุ่มการเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา 4 ระดับ ดังกล่าวไว้ในการสร้างเครื่องมือ

5.3 จากแบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาเขียนเรียบเรียง และตีความสรุป โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

5.4 การสร้างความน่าเชื่อถือ (Credibility) ของข้อมูลงานวิจัย ซึ่งใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) รูปแบบคู่เข้า (Convergence model) (รัตนะ บัวสนธิ์, 2555) คือการใช้เครื่องมือในการวิจัยหลายอย่างในการตรวจสอบตัวแปรเดียวกัน ได้แก่ การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ และผลงานของนักศึกษา เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ร่วมกันตรวจสอบว่านักศึกษามีการเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อยืนยันการวิเคราะห์ข้อมูลให้ตรงกับความเป็นจริงที่เกิดขึ้น

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้สะเต็มศึกษา ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 : เพื่อศึกษาพื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อศึกษาพื้นฐาน เรื่อง การรู้วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ประกอบไปด้วย 3 สมรรถนะหลัก คือสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ แล้วพบว่า พื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ นักศึกษาไม่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ และไม่ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 88 โดยนักศึกษาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการไม่มีการรู้วิทยาศาสตร์ดังนี้

...ขณะทำกิจกรรมนักศึกษา 14 ไม่สนใจที่จะพยายามหาคำตอบจากสิ่งที่เป็นประเด็นในการศึกษา...

(นักศึกษา 14 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559)

...เมื่อได้รับการแก้ไขหลายครั้งจากคำแนะนำของอาจารย์ประจำวิชา และเพื่อนร่วมชั้น นักศึกษา 28 ก็มีความท้อแท้ในการแก้ไขสังเกตได้จากใช้เวลานานในการแก้ไขบางขั้นตอนของชิ้นงาน...

(นักศึกษา 28 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559)

...นักศึกษา 43 ไม่แสดงความคิดเห็นในเชิงวิทยาศาสตร์ภายในกลุ่มเลยแม้แต่ครั้งเดียว ขณะที่เพื่อนส่วนใหญ่ในกลุ่มของตนก็พยายามแสดงความคิดเห็นตามหลักการทางวิทยาศาสตร์...

(นักศึกษา 43 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559)

กลุ่มที่ 2 คือ มีความพยายามในการหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทดลองซ้ำๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากอาจารย์ประจำวิชา หรือ เครื่องมือสื่อสาร (สมาร์ตโฟน) หรือหนังสือ เพียงอย่างเดียวหนึ่ง คิดเป็นร้อยละ 9 โดยนักศึกษาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่ นักศึกษาจะมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการรู้วิทยาศาสตร์คือ พยายามหาคำตอบจากการค้นคว้าเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต จากเครื่องมือสื่อสาร ของนักศึกษาเอง ในเรื่องชีววิทยาของเซลล์ได้เลย ซึ่งตัวอย่างพฤติกรรมได้บ่งชี้ถึงการมี การรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

...นักศึกษา 20 มีการหยิบสมาร์ตโฟนขึ้นมาหาคำตอบ หรือแนวคิดเกี่ยวกับชีววิทยาของเซลล์ 5 ครั้ง ต่อ 60 นาที โดยประมาณ โดยผู้วิจัยเดินไปสังเกตอยู่ใกล้ๆ บริเวณนักศึกษา 20 อยู่เป็นระยะ...

(นักศึกษา 20 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559)

...นักศึกษา 34 พยายามหาแนวคำตอบจากหนังสือเรียน โดยดูวิธีการทำงานของแต่ละอแกเนลล์ที่ศึกษา แล้วพยายามประยุกต์กับจินตนาการของตนเอง โดยผู้วิจัยทำการสังเกตจากงานที่นักศึกษาเขียนไว้ในกระดาษ A4...

(นักศึกษา 34 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559)

และกลุ่มสุดท้ายคิดเป็นร้อยละ 3 คือ นักศึกษามีการรู้วิทยาศาสตร์ในกลุ่มที่ 1 คือ นักศึกษา มีความพยายามในการหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทดลองซ้ำๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากอาจารย์ประจำวิชา เครื่องมือสื่อสาร (สมาร์ตโฟน) และหนังสือ เพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง โดยนักศึกษาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ดังตัวอย่างนี้

...นักศึกษา 7 มีการพยายามหาคำตอบตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หลายครั้ง โดยพยายามหาคำตอบจากหนังสือ อาจารย์ประจำวิชา และ สมาร์ทโฟน เมื่อนักศึกษายังไม่ได้คำตอบ นักศึกษาก็ค้นคว้าแบบเดิม แต่เปลี่ยนคำสำคัญในการค้นคว้า หรือ ปรับเปลี่ยนลักษณะคำถามในการถามอยู่เสมอ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ...

(นักศึกษา 7 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559)

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่ายังไม่มีนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการจะมีการรู้วิทยาศาสตร์ได้สูงมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะของกิจกรรมอาจจะยังไม่น่าสนใจเท่าไรนัก เพราะจะเป็นการบรรยาย และบทปฏิบัติที่มีขั้นตอนมาให้แล้วเป็นส่วนใหญ่ จึงอาจจะเป็นส่วนที่ทำให้ให้นักศึกษาไม่มีแนวทางในการเกิดการรู้วิทยาศาสตร์อย่างที่นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ควรจะมี ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกลุ่มนักศึกษา ดังตาราง 2 เพื่อให้เห็นความชัดเจนมากขึ้น

ตาราง 3 แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่บ่งชี้ถึงพื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มที่	พฤติกรรมที่สังเกตได้	จำนวนนักศึกษา (คน)	ร้อยละ
1	มีความพยายามในการหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทดลองซ้ำๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากอาจารย์ประจำวิชา เครื่องมือสื่อสาร (สมาร์ทโฟน) และหนังสือ เพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง	48	87.27
2	ทดลองซ้ำๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากอาจารย์ประจำวิชา หรือเครื่องมือสื่อสาร (สมาร์ทโฟน) หรือหนังสือ เพียงอย่างเดียวหนึ่ง	5	9.09

กลุ่มที่	พฤติกรรมที่สังเกตได้	จำนวนนักศึกษา (คน)	ร้อยละ
3	ไม่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ และไม่ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรม	2	3.63
	รวม	55	100

จากตาราง 2 พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ส่วนใหญ่ไม่มีการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม 3 คิดเป็นร้อยละ 88 รองลงมาคือมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บางส่วน อยู่ในกลุ่ม 2 คิดเป็นร้อยละ 9 และกลุ่มสุดท้ายร้อยละ 3 ซึ่งกลุ่มนี้จะเป็นนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมี การรู้วิทยาศาสตร์ได้

วัตถุประสงค์ที่ 2 : เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษา ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้สะเต็มศึกษา

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 นั้น จะเห็นได้ว่าควรมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ครูเป็นอย่างมาก เนื่องจากการรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญกับการศึกษา โดยผู้วิจัยจึงได้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 3 นี้ โดยการจัดกิจกรรม สะเต็มศึกษา สอดแทรกเข้าไปในเนื้อหาวิชาชีววิทยาของเซลล์ทั้งหมด 3 เรื่อง ซึ่งจะรายงาน ผลการวิจัยที่ละชั้นการสอนของ PBL โดยจะมีการยกตัวอย่างกิจกรรมเข้ามาสอดแทรก ดังต่อไปนี้

ผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งใช้การเรียนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning) เรื่อง กอลจิคอมเพล็กซ์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 3 โดยที่แต่ละแผนนั้น จะใช้ขั้นตอนการสอนของ โครงงานเป็นฐาน ครบทั้ง 5 ขั้น ดังการรายงานต่อไปนี้

ขั้น 1 : ขั้นกำหนดปัญหา

เป็นขั้นตอนแรกให้ผู้สอนจะทำให้ผู้เรียนเห็นถึงปัญหาในการทำโครงการ โดยยกตัวอย่างกิจกรรมในแผน กอลจิคอมเพล็กซ์ นั้นได้ให้นักศึกษาแต่ละคนออกมาเขียนกระดานถึงปัญหาของการเรียนในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์คนละ 1 ประโยคสั้นๆ และสื่อความถึงสิ่งที่คิดว่า เป็นปัญหาในการเรียนรู้ของตนเอง ดังภาพ 5



ภาพ 5 นักศึกษาเขียนปัญหาที่พบในการเรียนชีววิทยาของเซลล์

จากภาพจะเห็นได้ว่านักศึกษาแต่ละคนล้วนมีความคิดที่แตกต่างกันในเรื่องของปัญหาในการเรียนในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์ จากผลการวิเคราะห์การเขียนปัญหาของนักศึกษาในการเรียนชีววิทยาของเซลล์แล้ว พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่รู้ว่าเรียนแล้วนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง เนื้อหาเยอะ เรียนไม่ทัน เรื่องชีววิทยาของเซลล์เป็นนามธรรมเกินไป ดังตัวอย่างการเขียนของนักศึกษาต่อไปนี้

...เรื่องชีววิทยาของเซลล์เป็นนามธรรม...

(นักศึกษา 5 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559)

...เข้าใจยาก เพราะไม่เห็นภาพ...

(นักศึกษา 8 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559)

...มีแต่เนื้อหา ทำให้เรียนไม่ทัน...

(นักศึกษา 17 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559)

...ไม่มีพื้นฐานในการเรียนเรื่องนี้มาก่อน...

(นักศึกษา 22 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559)

...ไม่รู้ว่าเรียนไปแล้วจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้ในชีวิตประจำวัน...

(นักศึกษา 25 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559)

ในส่วนของกิจกรรม My Organelle นั้น เพื่อให้นักศึกษามองเห็นการเรียนเรื่องชีววิทยาของเซลล์ได้เป็นรูปธรรมมากขึ้น อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาจึงช่วยกันคิด โจทย์โครงการในลักษณะของ Theme การเรียน เป็น "My Organelle" ให้แต่ละกลุ่มเลือก organelle ที่สนใจ และคิดว่าสามารถนำหลักการทำงานของ organelle นั้นๆ มาใช้สร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ได้ โดยใช้หลักการเดียวกัน ซึ่งกิจกรรมนี้จะสอดคล้องกับสะเต็มศึกษา คือ นักศึกษาจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (science) มาอธิบายสิ่งที่กลุ่มของตัวเองเลือกมาให้สัมพันธ์กับสิ่งประดิษฐ์ ให้ถูกต้องตามหลักการทางชีววิทยาของเซลล์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ตอบคำถามต่อไปนี้
 - 1.1 ออกแนลล์ที่นักศึกษาเลือกสร้างได้แก่ Ribosome
 - 1.2 ถ้าเปรียบออกแนลล์ที่นักศึกษาเลือกสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ จะเปรียบเป็นอะไร เพราะเหตุใดจึงเปรียบเป็นสิ่งประดิษฐ์นี้

เปรียบ เปรียบ กับ รถไฟ บนล้อเส้นดำ

- เพราะ ลักษณะของ Ribosome จะสร้างของเซลล์, บนรถมีล้อเส้นดำ

โดยรถไฟ (RNA) ของล้อ ๓-RNA และ + RNA - บนล้อเส้นดำรถอยู่ในสถานี

เส้นดำ ๑๕๖๐๒ มลิตลว พอลิเปปไทด์ จัดเส้นดำ (กรดอะมิโน) ๑๐๐

จากไรโบโซม เช่นสาย polypeptide ๑๐๐สายไปส่งที่ ER ซึ่งก็

เป็นจุดที่ส่งลูกแก้ว ๑๕๖๐๐๐ไปส่ง รังนกยูง เพื่อไว้ความต่อไป

ภาพ 6 ผลงานนักศึกษา

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ออแกเนลล์ที่นักศึกษาเลือกสร้างได้แก่ กอลจิบอดี

1.2 ถ้าเปรียบออแกเนลล์ที่นักศึกษาเลือกสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ จะเปรียบเป็นอะไร เพราะเหตุใดจึงเปรียบเป็นสิ่งประดิษฐ์นี้

..... กอลจิบอดี มีหลักการทำงาน คือ รับโปรตีนเข้ามาภายในเซลล์ แล้วมีการปรับแต่ง สังเคราะห์ หรือเติมสารต่างๆ ให้พร้อมใช้งาน แล้วส่งออกไปนอกเซลล์ ซึ่งเปรียบเทียบกับการทำงานของ กอลจิบอดี กับ สิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่า กังหันน้ำ

..... กังหันน้ำ มีหลักการการทำงานคล้ายกับกอลจิบอดี คือ มีการรับน้ำเข้ามาภายในช่องเก็บน้ำ ทดน้ำที่ถูกหมุนขึ้นมาจะ สัมผัสกับอากาศ จะทำให้ น้ำได้รับออกซิเจน และ จะส่งออกทางรูระบาย

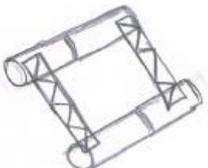
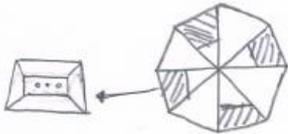
ภาพ 7 ผลงานนักศึกษา

ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะช่วยกันระดมความคิดหาหลักการทำงานของ organelle ที่กลุ่มตนเองเลือก โดยในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่า นักศึกษาจะได้อธิบายความรู้ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงสามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยมีอาจารย์ประจำวิชาคอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ตัวอย่างเช่น ภาพ 7 นักศึกษากลุ่มนี้ได้อธิบายว่าที่กลุ่มของพวกเขาเลือก “กอลจิบอดี (golgi body) มาทำกังหันน้ำ นั้น เพราะมีหลักการทำงานคือ กอลจิบอดีจะทำหน้าที่รับโปรตีนเข้ามาภายในเซลล์ แล้วมีการปรับแต่ง สังเคราะห์ หรือเติมสารต่างๆ ให้พร้อมใช้งาน แล้วส่งออกไปนอกเซลล์ ซึ่งจะเทียบได้กับกังหันน้ำ ซึ่งมีหลักการคล้ายกับกอลจิบอดี คือ มีการรับน้ำเข้ามาในช่องเก็บน้ำ และน้ำที่ถูกหมุนขึ้นมาจะถูกสัมผัสกับอากาศ จะทำให้น้ำได้รับออกซิเจน แล้วจะส่งออกทางรูระบาย”

ขั้น 2 : ขั้นวางแผน

ในขั้นตอนนี้อาจารย์ผู้สอนจะต้องพยายามให้นักศึกษาวางแผนการสร้างชิ้นงาน เพื่อให้ นักศึกษาได้ใช้ความรู้ ความสามารถในการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering) ใช้เทคโนโลยี (technology) และคณิตศาสตร์ (mathematic) เข้ามาช่วยด้วย โดยขั้นตอนนี้จะมีเงื่อนไขกำหนดให้นักศึกษา คือ เวลาในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ ดังตัวอย่างในกิจกรรม My organelle ต่อไปนี้

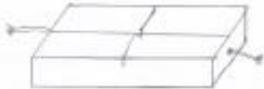
2. ให้นักศึกษาช่วยกันคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องการสร้าง พร้อมบรรยายวิธีการสร้างให้ชัดเจนที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ออกแบบชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์ที่จะสร้าง	วิธีการสร้าง
	<u>ท่อน้ำประปากระป๋องอลูมิเนียม</u> - นำกระป๋องน้ำอัดลมมาตัดกันด้วยเทปสองหน้า แล้วหันหัวด้วยเทปขาว กันน้ำให้ - นำทุบลองน้ำมาขัดสีผิวขา ตัวของกัวพัน ทดสอบทำพวงไว้จริง
	<u>วงล้อตัวหนังสือไม้ไอติม</u> - นำมาตัดเป็นวงกลม ทดสอบทำท่อน้ำดื่มด้วยไม้ ต่อกันกับ หรือไม่เสียบลูกกริม - วงล้อ 1 วง
	<u>ช่องเก็บน้ำ</u> - นำไม้ไอติมมาตัดกันให้เป็นด้ามจับขนาดเล็กรวมจำนวน 4 กะป๋อง - เจารู ที่กันกระเบรเพื่อระบายน้ำ
	<u>กัวพันน้ำ</u> - นำทุกส่วนส่วนมาประกอบกันด้วยกระดาษขาว ทดสอบด้วยขวดอีกที

ภาพ 8 ผลงานนักศึกษา

จากภาพ 8 จะเห็นได้ว่า นักศึกษาได้ใช้ความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์ในการสร้าง โดยเรื่องของคณิตศาสตร์ คือนักศึกษาได้บอกสัดส่วนการประกอบ จำนวนของวัสดุที่ใช้ คำนวณขนาดของกังหันน้ำ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ คือการมีความสามารถในการวางแผนการประกอบชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์แต่ละอย่างเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์แบบ จากที่กล่าวมาข้างต้นว่าในขั้นนี้นักศึกษาจะได้ใช้เทคโนโลยีเข้ามาเป็นตัวช่วยสำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ ขณะออกแบบนักศึกษาจะค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบกังหันน้ำ จากอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อมูลที่นักศึกษายังไม่ทราบเกี่ยวกับส่วนประกอบของกังหันน้ำ

2. ให้นักศึกษาช่วยกันคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องการสร้าง พร้อมบรรยายวิธีการสร้างให้ชัดเจนที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ออกแบบชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์ที่จะสร้าง	วิธีการสร้าง
แผงโซลาร์เซลล์ 	ใช้กระดาษสีน้ำตาลเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วนำเวกซ์บอร์ดมาฉาบเพื่อเชื่อมต่อสาย
กล่องใส่ถ่านไฟฉาย 	ใช้กระดาษแข็งพับเป็นกล่องสี่เหลี่ยม โดยภายในกล่องจะแบ่งเป็น 4 ช่อง เพื่อใส่ถ่านไฟฉาย 4 ถ่าน
ถ่านไฟฉาย 	ถ่านไฟฉายใช้ฉนวนทำฉนวนเป็นก้อน มีขนาดเท่ากับข้อของข้อต่อ แล้วนำกระดาษสีมาห่อฉนวนให้เรียบร้อยเท่ากับถ่านไฟฉายขนาด AA 4 ถ่าน
หลอดไฟ 	ใช้หลอดไฟแอลอีดี
สายไฟ 	ใช้สายไฟทองแดง

ภาพ 9 ผลงานนักศึกษา

จากภาพ 9 วิเคราะห์ได้ว่า ในขั้นตอนการวางแผนนี้ ของนักศึกษาที่ศึกษา โซลาร์เซลล์ โดยใช้หลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น นักศึกษาได้ใช้ความรู้ของสะเต็มศึกษาอย่างเต็มที่ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น คือ ได้ใช้ความรู้ ความสามารถในการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering) ใช้เทคโนโลยี (technology) และคณิตศาสตร์ (mathematic) เข้ามาช่วยในการดำเนินการวางแผนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มอย่างสุดความสามารถ โดยเงื่อนไข คือ เวลา ที่ต้องทำให้ทัน ทั้งนี้ กำหนดเวลาเพื่อให้นักศึกษารู้สึกสนุกมากขึ้น เช่นเดียวกับ ภาพ 10 ที่สามารถบอกถึงการวางแผนการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้อย่างเหมาะสม เรียกได้ว่าเป็น

วัตถุประสงค์หนึ่งของการใช้ความสามารถด้านเทคโนโลยี ภายในงบประมาณที่กำหนดให้ กลุ่มละ 150 บาท ในเรื่องนี้ นักศึกษาจะได้ใช้ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าใช้จ่ายของการเลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์

ด. ให้นักศึกษาช่วยกันคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้าง "My Organelle" ภายในงบประมาณที่กำหนด

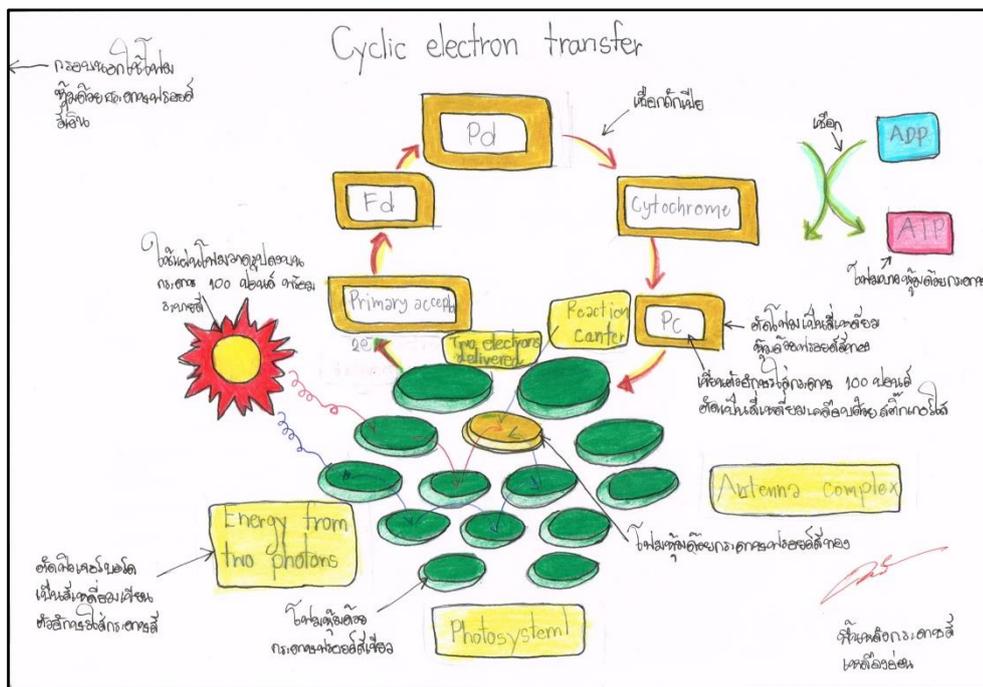
ชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์	รายละเอียดวัสดุ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
แม่พิมพ์พลาสติก	- กระดาษแข็งสีส้ม (ขนาดเล็ก)	1 แผ่น	25
	- แม่พิมพ์พลาสติกสีขาว (ขนาดเล็ก)	1 แผ่น	
ถ่านไฟฉาย	กระดาษสี	1 แผ่น	10
กล่องถ่านไฟฉาย	กระดาษขาว (ขนาดเล็ก)	1 แผ่น	10
กั้นถ่านไฟฉาย	ดินน้ำมัน (ก้อนใหญ่)	1 ก้อน	5
หลอดไฟ	หลอดไฟเก่า	1 หลอด	-
สายไฟ	สายไฟเก่า	1 เส้น	-

* กระดาษสี 15 บาท
* กระดาษขาว 25 บาท

รวม 85 บาท

ภาพ 10 ผลงานนักศึกษา

นอกจากนี้ในขั้นตอนการวางแผนยังสามารถวิเคราะห์ได้จากใบกิจกรรม เรื่อง “สื่อเล่าเรื่อง” ได้ดังภาพ 11



ภาพ 11 ผลงานนักศึกษา

จากภาพ 11 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักศึกษาได้มีการวางแผน เลือกใช้วัสดุในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างมีความสมเหตุสมผล

ขั้น 3 : ขั้นปฏิบัติ

เป็นขั้นตอนที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มต้องลงมือปฏิบัติ ตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่แล้ว โดยที่จะยังไม่มีปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ นักศึกษาต้องพยายามสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่วางแผนที่วางไว้แล้วเท่านั้น ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยจะลงสัมภาษณ์นักศึกษาไปด้วย ขณะทำกิจกรรม หรือ ขณะสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อให้ทราบถึงการรู้วิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะที่ 2 คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาของบทสนทนา พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด ซึ่งนักศึกษามีความสามารถอธิบายหลักการเลือกสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการของชีววิทยาของเซลล์มาเปรียบเทียบ ได้อย่างมีเหตุและผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังบทสัมภาษณ์นี้

ผู้วิจัย : ทำไมนักศึกษาจึงเลือกสร้างแบบจำลองเป็นกั้นบำบัดน้ำเสียโดยใช้หลักการของ Golgi complex?

นศ 7 : เพราะว่าการทำงานของ Golgi complex นั้นจะมีหน้าที่ขนส่งสารหรือโปรตีนที่ผ่านการคัดแต่งพร้อมใช้งานแล้ว ออกนอกเซลล์ หนูจึงคิดว่า กั้นบำบัดน้ำเสียนั้นมีการทำคล้ายกับ Golgi complex ค่ะ

ผู้วิจัย : ลองเปรียบเทียบการทำงานของ Golgi complex กับ กั้นบำบัดน้ำเสียให้ฟังหน่อยได้ไหมคะ?

นศ 7 : ได้ค่ะ คือกั้นน้ำจะมีการรับน้ำเข้ามาภายในช่องเก็บน้ำ และจากนั้นจะถูกหมุนไปสัมผัสกับอากาศ จะทำให้น้ำนั้นได้รับออกซิเจนค่ะ จากนั้นน้ำที่ถูกบำบัดแล้ว จะถูกส่งออกไปอีกทางหนึ่งซึ่งจะเป็นน้ำที่พร้อมใช้งานค่ะอาจารย์

ชั้น 4 : ชั้นทบทวน

เป็นขั้นตอนที่นักศึกษาจะทบทวนการทำงาน ว่าการทำงานครั้งนี้ได้ผลตามจุดประสงค์ มีอุปสรรค มีความประทับใจในการทำงานหรือไม่อย่างไร และได้มีแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาอย่างไร ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะที่ 2 คือ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ว่าที่สำเร็จ สำเร็จเพราะเหตุใด ถ้าล้มเหลว ล้มเหลวเพราะเหตุใด และจะแก้ไขให้ดีขึ้นได้อย่างไร ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ลงสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ เพื่อให้ทราบถึงแนวคิดของนักศึกษาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม ยกตัวอย่างกิจกรรม My organelle ดังบทสัมภาษณ์นี้

ผู้วิจัย : เหตุใดนักศึกษาจึงเปลี่ยนวัสดุในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ จากกระจกสีดำ เป็นกระดาษแข็งสีดำ

นศ 34 : เพราะว่าการที่จะติดกาวลาเท็กซ์ลงกับตัวกระจก สามารถทำได้ยากค่ะ จึงเปลี่ยนวัสดุจากกระจกสีดำ ซึ่งราคาแพงกว่ากระดาษแข็งสีดำ มาเป็นกระดาษแข็งสีดำแทน

ผู้วิจัย : เรามองเรื่องอื่นอีกไหมคะ นอกจากเรื่องราคาแพงกว่า?

นศ 34 : ก็มองถึงคุณสมบัติของวัสดุด้วยนะค่ะ ที่มีความสามารถในการติดกาวมากแค่ไหน วัสดุที่เป็นกระจกจะดีกว่า ถ้าทำด้วยลาเท็กซ์ ถ้าหนูใช้กระจก ก็ต้องหาซื้อกาวเพิ่ม เป็นพวกกาวตราช่าง ซึ่งงบประมาณจำกัดค่ะ

ผู้วิจัย : แล้วถ้ามองถึงหลักการทำงานแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไรคะ ระหว่างกระดาษ กับกระจก?

นศ 34 : หนูมองว่าไม่ต่างค่ะ เพราะนี่คือการสร้างเพียงแค่โมเดลเท่านั้น แต่เราสามารถนำโมเดลนี้ไปประดิษฐ์หรือสร้างแผงโซลาร์เซลล์จริงได้ ตามหลักการทำงานของไมโทคอนเดรียเลย ค่ะ

จากการสัมภาษณ์ และการพูดถึงการทบทวนการทำงานของแต่ละกลุ่มแล้ว ทำให้วิเคราะห์ได้ว่า นักศึกษามีการรู้วิทยาศาสตร์เป็นไปในทางที่ดีขึ้น เพราะในการที่ผู้วิจัยถามคำถามไปแต่ละคำถามนั้น นักศึกษาส่วนใหญ่ สามารถตอบมาได้อย่างสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งแตกต่างจากช่วงแรกที่มีมักจะตอบว่า ไม่รู้

ขั้น 5 : ขั้นนำเสนอ

ในขั้นตอนการนำเสนอ เป็นขั้นตอนผู้วิจัยให้นักศึกษานำผลงานของแต่ละคนไปเผยแพร่สู่สาธารณะ เพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจ และการยอมรับจากบุคคลอื่น ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องมีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยให้เผยแพร่ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น หน้าชั้นเรียน จดนิทรรศการ สื่อออนไลน์ เป็นต้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพ 12 การเผยแพร่ผลงานนักศึกษานักเรียนหน้าชั้นเรียน

จากการรายงานผลการวิจัยในวัตถุประสงค์ที่ 2 นั้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ทั้ง 5 ชั้น แล้วนั้น สามารถช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้ในแต่ละกระบวนการ คือ ในขั้นกำหนดปัญหา นักศึกษาจะเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะระบุประเด็นที่เป็นวิทยาศาสตร์ ชั้นวางแผนและขั้นปฏิบัติ เกิดสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ขั้นทบทวน เกิดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในขั้นสุดท้ายคือขั้นนำเสนอ นักศึกษายังเกิดความภูมิใจในชิ้นงานที่สามารถประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ได้จริงอีกด้วย สรุปได้ดังตาราง 3

ตาราง 4 ขั้นตอนการเกิดการรู้วิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐาน	ผลการใช้	
	สะเต็มศึกษา	การรู้วิทยาศาสตร์
ขั้นกำหนดปัญหา	- Science	- สมรรถนะระบุประเด็นที่เป็นวิทยาศาสตร์
ขั้นวางแผน	- Technology - Mathematics - Engineering	- สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์
ขั้นปฏิบัติ	- Mathematics - Engineering	- สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ - สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นทบทวน	- Science - Engineering	- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นนำเสนอ	- Science - Technology	-

วัตถุประสงค์ที่ 3 : เพื่อศึกษาผลการใช้สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ในวัตถุประสงค์ที่ 3 นี้ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา 3 สมรรถนะหลักด้วยกัน ได้แก่

- สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์
- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์
- สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

โดยผู้วิจัยจะทำการประเมินตามประเด็นที่กำหนด และได้แบ่งกลุ่มนักศึกษาได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

- ระดับ 4 เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 สมรรถนะหลัก

หมายถึง มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้อธิบายพยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์ คิดเป็นร้อยละ 82

- ระดับ 3 เกิดการรู้วิทยาศาสตร์เพียง 2 สมรรถนะหลัก (สมรรถนะใดก็ได้)

หมายถึง มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือสามารถใช้อธิบายพยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล อย่างน้อย 2 ประเด็น ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์ คิดเป็นร้อยละ 10

- ระดับ 2 เกิดการรู้วิทยาศาสตร์เพียง 1 สมรรถนะหลัก (สมรรถนะใดก็ได้)

หมายถึง มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือสามารถใช้อธิบายพยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ประเด็นใดประเด็นหนึ่ง ซึ่งถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์ คิดเป็นร้อยละ 7

- ระดับ 1 ไม่เกิดการรู้วิทยาศาสตร์

หมายถึง ไม่มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์ คิดเป็นร้อยละ 1

ตาราง 5 แสดงร้อยละของนักศึกษาที่เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา

ระดับ	ประเด็นการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	จำนวนนักศึกษา (คน)	ร้อยละ
4	มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์	43	78
3	มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือสามารถใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล อย่างน้อย 2 ประเด็น ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์	4	7.27
2	มีความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือสามารถใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ประเด็นใดประเด็นหนึ่ง ซึ่งถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์รวม	6	10.90
1	ไม่เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	2	3.63
	รวม	55	100

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นพบว่า ส่วนใหญ่แล้วนักศึกษาเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ 1 สมรรถนะหลักขึ้นไป ไม่ว่าจะเป็นสมรรถนะใดสมรรถนะหนึ่งก็ได้ คิดเป็นร้อยละ 96.17 ทำให้เห็นว่าจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ขั้นตอนของโครงการเป็นฐาน (PBL) เข้ามาช่วยจัดการเรียนรู้นั้น ส่งผลให้นักศึกษาเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ คือ สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ มากขึ้น นักศึกษามีการใช้เหตุผลในการอธิบาย หรือตอบคำถาม และแสวงหาคำตอบ แนวทางแก้ไขด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการของชีววิทยาของเซลล์

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้สะเต็มศึกษา
ขั้นตอนในการศึกษาและสรุป ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 : เพื่อศึกษาพื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึก
ประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

จากผลการวิจัย พบว่า ยังไม่มีนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการจะมีการรู้วิทยาศาสตร์ได้
สูงมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของกิจกรรมอาจจะยังไม่น่าสนใจเท่าไรนัก เพราะจะเป็น
การบรรยาย และบทปฏิบัติการที่มีขั้นตอนมาให้แล้วเป็นส่วนใหญ่ จึงอาจจะเป็นส่วนที่ทำให้นักศึกษา
ไม่มีแนวทางในการเกิดการรู้วิทยาศาสตร์อย่างที่นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ควรมี ซึ่งผู้วิจัยได้จัด
กลุ่มนักศึกษา ดังตาราง 2 เพื่อให้เห็นความชัดเจนมากขึ้น

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ส่วนใหญ่ไม่มีการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม 3 คิดเป็นร้อยละ
88 รองลงมาคือมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการเกิดการรู้วิทยาศาสตร์บางส่วน อยู่ในกลุ่ม 2 คิดเป็นร้อยละ
9 และกลุ่มสุดท้ายร้อยละ 3 ซึ่งกลุ่มนี้จะเป็นนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีการรู้วิทยาศาสตร์
ได้

วัตถุประสงค์ที่ 2 : เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา เรื่องชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษา
ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้สะเต็มศึกษา

จากผลการวิจัยจึงสรุปได้ตามการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงการ
เป็นฐานเข้ามาช่วยนั้น ผู้วิจัยจะทำการสรุปผลการวิจัยที่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อยู่แบบ
โครงการเป็นฐาน พบว่า

ขั้นที่ 1 : ขั้นกำหนดปัญหา นักศึกษาแต่ละคนล้วนมีความคิดที่แตกต่างกันในเรื่องของปัญหาในการเรียนในรายวิชาชีววิทยาของเซลล์ จากผลการวิเคราะห์การเขียนปัญหาของนักศึกษาในการเรียนชีววิทยาของเซลล์แล้ว พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่รู้ว่าเรียนแล้วนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง เนื้อหาเยอะ เรียนไม่ทัน เรื่องชีววิทยาของเซลล์เป็นนามธรรมเกินไป ดังตัวอย่างการเขียนของนักศึกษาต่อไปนี้

ในส่วนของกิจกรรม My Organelle นั้น เพื่อให้นักศึกษามองเห็นการเรียนเรื่องชีววิทยาของเซลล์ได้เป็นรูปธรรมมากขึ้น อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาจึงช่วยกันคิด โจทย์โครงการในลักษณะของ Theme การเรียน เป็น "My Organelle" ให้แต่ละกลุ่มเลือก organelle ที่สนใจ และคิดว่าสามารถนำหลักการทำงานของ organelle นั้นๆ มาใช้สร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ชิ้นใหม่ได้ โดยใช้หลักการเดียวกัน ซึ่งกิจกรรมนี้จะสอดคล้องกับสะเต็มศึกษา คือ นักศึกษาจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (science) มาอธิบายสิ่งที่กลุ่มของตัวเองเลือกมาให้สัมพันธ์กับสิ่งประดิษฐ์ ให้ถูกต้องตามหลักการทางชีววิทยาของเซลล์

ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะช่วยกันระดมความคิดหาหลักการทำงานของ organelle ที่กลุ่มตนเองเลือก โดยในขั้นนี้จะเห็นได้ว่า นักศึกษาจะได้ใช้ความรู้ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงสามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยมีอาจารย์ประจำวิชาคอยหาคำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ตัวอย่างเช่น ภาพ 7 นักศึกษากลุ่มนี้ได้ อธิบายว่าที่กลุ่มของพวกเขาเลือก "กอลจิบอดี (golgi body) มาทำกั้นน้ำ นั้น เพราะมีหลักการทำงานคือ กอลจิบอดีจะทำหน้าที่รับโปรตีนเข้ามาภายในเซลล์ แล้วมีการปรับแต่ง สังเคราะห์ หรือเติมสารต่างๆ ให้พร้อมใช้งาน แล้วส่งออกไปนอกเซลล์ ซึ่งจะเทียบได้กับกั้นน้ำ ซึ่งมีหลักการคล้ายกับกอลจิบอดี คือ มีการรับน้ำเข้ามาในช่องเก็บน้ำ และน้ำที่ถูกหมุนขึ้นมาจะถูกสัมผัสกับอากาศ จะทำให้น้ำได้รับออกซิเจน แล้วจะส่งออกทางรูระบาย"

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้น ในขั้นตอนการกำหนดปัญหา ทำให้นักศึกษาเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จาก นักศึกษาสามารถแยกแยะประเด็นเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ออกจากประเด็นในเรื่องอื่นๆ ได้ โดยระบุการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นเชิงวิทยาศาสตร์ และอธิบายได้ด้วยประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

อีกทั้ง นักศึกษายังสามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้าและหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้ในทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 : ขั้นวางแผน ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะได้ดำเนินการระดมความคิด และวางแผนการสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยใช้พื้นฐานความรู้หลักการเรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์ จากผลการวิจัยจะเห็นว่า นักศึกษาได้ใช้ความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (mathematics) และวิศวกรรมศาสตร์ (technology) ในการสร้างโดย เรื่องของคณิตศาสตร์ คือนักศึกษาได้บอกสัดส่วนการประกอบ จำนวนของวัสดุที่ใช้คำนวณขนาดของก้นหั่นน้ำ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ คือการมีความสามารถในการวางแผนการประกอบชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์แต่ละอย่างเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์แบบ จากที่กล่าวมาข้างต้นว่า ในขั้นนี้ นักศึกษาจะได้ใช้เทคโนโลยีเข้ามาเป็นตัวช่วยสำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ ขณะออกแบบ นักศึกษาจะค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบก้นหั่นน้ำ จากอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อมูลที่ นักศึกษายังไม่ทราบเกี่ยวกับส่วนประกอบของก้นหั่นน้ำ

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในขั้นตอนนี้ นั้น นักศึกษาเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้จากการที่นักศึกษาเรียนรู้ความหมาย ความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องของการวางแผนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ความรู้ ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์ หรือทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 3 : ขั้นปฏิบัติ ซึ่งจากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาของบทสนทนา พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด ซึ่งนักศึกษามีความสามารถอธิบายหลักการเลือกสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการของชีวิตวิทยาของเซลล์มาเปรียบเทียบ ได้อย่างมีเหตุและผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ 2 สมรรถนะที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้

สรุปได้จากการที่นักศึกษามีความสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน ขณะทำการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เมื่อพบเจอปัญหาต่างๆ นักศึกษาจะสามารถบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และคำพยากรณ์ใดที่

สมเหตุสมผล ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องชีววิทยาของเซลล์ ซึ่งความสามารถที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

นอกจากนั้นยังสรุปได้อีกว่านักศึกษาเกิดสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน รวมถึงสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง หรืออาจจะให้นักศึกษาคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรหรือเปลี่ยนวัสดุบางอย่างในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ หรือชี้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ได้

ขั้นที่ 4 : ขั้นทบทวน จากการวิเคราะห์เนื้อหาจากเครื่องมือการสัมภาษณ์แล้ว สรุปได้ว่า ในขั้นตอนนี้ นักศึกษามีการรู้วิทยาศาสตร์เป็นไปในทางที่ดีขึ้น เพราะในการที่ผู้วิจัยถามคำถามไปแต่ละคำถามนั้น นักศึกษาส่วนใหญ่ สามารถตอบมาได้อย่างสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งแตกต่างจากช่วงแรกที่มีมักจะตอบว่า 'ไม่รู้' และยังเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อีกด้วย จะเห็นได้จากการที่นักศึกษาออกไปนำเสนอบทความหน้าชั้นเรียน และการตอบคำถาม นักศึกษาสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับประจักษ์พยานได้ และสามารถบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเกิดจากคำถามที่พวกเขาได้รับจากการนำเสนอ ทำให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะนี้

ขั้นที่ 5 : ขั้นนำเสนอ ในขั้นตอนนี้จะไม่เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน เนื่องจากเป็นปลายทางของการจัดการเรียนรู้ แต่ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะได้ใช้ความรู้ความสามารถเกี่ยวกับระดับศึกษาได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังเกิดความภาคภูมิใจ และการยอมรับจากบุคคลอื่น ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องมีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยให้เผยแพร่ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น หน้าชั้นเรียน จดนิทรรศการ สื่อออนไลน์ เป็นต้น

จากการรายงานการสรุปผลการวิจัยในวัตถุประสงค์ที่ 2 นั้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ทั้ง 5 ขั้น แล้วนั้น สามารถช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ได้ในแต่ละกระบวนการ คือ ในขั้นกำหนดปัญหา นักศึกษาจะเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะระบุประเด็นที่เป็นวิทยาศาสตร์ ขึ้นวางแผน

และขั้นปฏิบัติ เกิดสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นทบทวน เกิดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในขั้นสุดท้ายคือขั้นนำเสนอ นักศึกษายังเกิดความภูมิใจในชิ้นงานที่สามารถประจักษ์ขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ได้จริงอีกด้วย

วัตถุประสงค์ที่ 3 : เพื่อศึกษาผลการใช้สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีววิทยาของเซลล์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

จากการผลการวิจัยในวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า ส่วนใหญ่แล้วนักศึกษาเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ 1 สมรรถนะหลักขึ้นไป ไม่ว่าจะเป็นสมรรถนะใดสมรรถนะหนึ่งก็ได้ คิดเป็นร้อยละ 96.17 ทำให้เห็นว่าจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ขั้นตอนของโครงการเป็นฐาน (PBL) เข้ามาช่วยจัดการเรียนรู้นั้น ส่งผลให้นักศึกษาเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ คือ สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้อธิบายประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ มากขึ้น นักศึกษามีการใช้เหตุผลในการอธิบาย หรือตอบคำถาม และแสวงหาคำตอบ แนวทางแก้ไขด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการของชีววิทยาของเซลล์

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้ เสนอตามลำดับของวัตถุประสงค์ของวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 : จากการศึกษาพื้นฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพนั้น แสดงให้เห็นว่า นักศึกษายังไม่มีความรู้ในเรื่องการรู้วิทยาศาสตร์เลย ซึ่งสำหรับครูวิทยาศาสตร์นั้น เรื่องการรู้วิทยาศาสตร์ถือเป็นเรื่องจำเป็นที่ต้องทำการศึกษากันอย่างมาก ถ้าเกิดครูวิทยาศาสตร์เองยังไม่มีความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ และสามารถใช้อธิบายประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้แล้วนั้น จะไม่เป็นผลดีต่อการถ่ายทอดวิชาความรู้ให้แก่ศิษย์ได้อย่างเต็มศักยภาพ (Thomson, 2013)

วัตถุประสงค์ที่ 2 : หลังจากนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาแล้ว จะเห็นได้ว่า นักศึกษาเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 สมรรถนะ คือ ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใน

เชิงวิทยาศาสตร์ได้ และสามารถใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ ผ่านการจัดกิจกรรมของ ผู้สอน โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนปัญหา ขั้นตอนวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้น ทบทวน และขั้นนำเสนอ การใช้โครงงานเป็นฐานนี้ ถือเป็นกระบวนการข้ามสาขาวิชาในสะเต็ม ศึกษา สำหรับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง ในรายวิชา ชีววิทยาของเซลล์ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษายังช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาได้ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง มีการสร้างชิ้นงานขึ้นระหว่างเรียน มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ กระตุ้นคำถาม และเสนอแนะความคิดเห็น (จำรัส อินทลาภาพร และคณะ, 2558) ว่าด้วยการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็น สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการเลือกในสิ่งที่สนใจ ได้ลงมือปฏิบัติจริง มีขั้นตอนการ ทำงานเป็นขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ๆ สามารถบูรณาการการเรียนรู้แบบโครงงานในรูปแบบการ เรียนรู้แบบกลุ่มได้ โดยมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

วัตถุประสงค์ที่ 3 : แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้น สามารถทำให้ผู้เรียน เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมที่ต้องอาศัยเหตุการณ์ หรือสถานการณ์จริง ที่ เกิดขึ้นในสังคม ที่พบเห็นได้บ่อยตามข่าวในโทรทัศน์ อินเทอร์เน็ต หรือใกล้ตัว เพื่อที่จะดึงดูด ความสนใจของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นในสิ่งที่ผู้สอนนำมาใช้ในกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณงาม มาระครอง (2553) ได้ทำการวิจัยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) พบว่าการแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการคำถามวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถ แยกแยะคำถามและบอกคำสำคัญในการค้นคว้า การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการ พยายามการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ที่อาจเกิดขึ้น การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดย กำหนดให้นักเรียนเผชิญสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ช่วยส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนรู้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นการปลูกฝังคุณลักษณะความเป็น วิทยาศาสตร์ให้เกิดในตัวนักเรียนเพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู โดยใช้สะเต็มศึกษา มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ได้สร้างชิ้นงานจากองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรม และถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ขึ้นมาด้วยตัวเอง

1.2 ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ ให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละชั้นเรียน

1.3 การจัดกิจกรรมควรใช้แหล่งเรียนรู้ หรือข้อมูลประกอบการเรียนรู้ จากเหตุการณ์จริง เพื่อกระตุ้นความอยากรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนสนใจ

1.4 ในการจัดกิจกรรมทุกครั้งผู้สอนควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่อบอุ่น มีการให้อิสระในการตอบคำถามของผู้เรียน เพื่อส่งผลให้ผู้เรียนมีความกล้าคิด กล้าทำ เชื่อมมั่นในตัวเอง และกล้าแสดงออกอย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ เช่น ไฟฟ้า แรงและการเคลื่อนที่ การเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น หรือเรื่องที่เป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

2.2 การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา นี้ควรจัดหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และเป็นปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นในเหตุการณ์ที่ศึกษา

บรรณานุกรม

- กตัญญา บุญสวน (2558). ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนว The Generative Learning Model เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “พิบูลสงครามวิจัย 2558” (หน้า 96-102). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนาผล, วิชัย วงษ์ใหญ่ และศรีสมร พุ่มสะอาด. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, 8(1), 61-72.
- ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
- ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2548). STS แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ปาจริย์ ต้วสิขเรศ. (2549). การวิจัยและพัฒนาคู่มือการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ คม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- ปิยะวรรณ เชิญทอง. (2554). การใช้แหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
- ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). การเสริมสร้าง วิทย์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ด้วย STEAM Model . สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556, จาก http://www.educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4

- ภัสสร ติดมา. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารราชพฤกษ์, 13(3), 71-76
- รัตนะ บัวสนธ์. (2555). วิธีการเชิงผสมผสาน สำหรับการวิจัยและประเมิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา ศีลาน้อย และอังคณา ตุงคะสมิต. (2553). เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การพัฒนาการเรียนการสอนด้วยโครงงาน. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณงาม มาระครอง. (2553). การส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโนนม่วง จังหวัดขอนแก่น ในการรู้เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach). วิทยานิพนธ์ ปศ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น
- ศรายุทธ ชาญนคร และคณะ. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์. ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34 (หน้า 1871-1876). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโครงการ PISA 2009. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม), 26(2), 134.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(2), 201-207.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2) การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(3), 154-160.
- สุรัชต์ดา วงษาสุข. (2552). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “ภาวะโลกร้อน” โดยกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สุนีย์ ค้ายนิล และคณะ. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันพรุ่งนี้:*

PISA 2006. กรุงเทพฯ: เซเว่นพรีนติ้งกรุ๊ป

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2541). *การเรียนรู้...สู่ทักษะชีวิต*

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2543). *โครงการ : การเรียนรู้ที่คู่สังคม. เอกสารปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ ลำดับ*

ที่ 16. คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ สำนักงานคณะกรรมการ การ
ประถมศึกษาแห่งชาติ.

Bybee, Rodger W. “Science Education and the Science – Technology – Society (S-T-S)

Theme.” *Science Education* 71 (1987) : 667-683.

Irina Holden. (2010). Science Literacy and Lifelong Learning in the Classroom: A Measure of

Attitudes among University Students. *Journal of Library Administration.* (50), 265-282.

NSTA. (1993). “*Science/Technology/Society: A New Effort for Providing Appropriate Science*

for All”. pp. 3-5. in R.E. Yager (ed). *What Research Says to the Science Teacher*
Volume Seven. The Science, Technology, Society Movement. Washington, DC: The
National Science Teacher Association.

Tavasuria ELANGO VAN and Zurida ISMAIL, (2014). The effects of 3D computer

simulation on biology students’ achievement and memory retention. pp. 1-25.

Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Volume 15, Issue 2,
Article 10

Wilson, J., & Livingston, S. (1996). “Process Skills Enhancement in the STS Classroom”.pp.

59-57. in R.E. Yager (ed). *Science/Technology/Society As Reform in Science*
Education. New York: State University of New York Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมิน และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผศ.ดร.สมใจ กงเต็ม อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์

2. ดร.สุวิทนา สงวนรัตน์ อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์

3. ดร.กมลฉัตร กล่อมอ้อม อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์

ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยาของเซลล์ สำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ลักษณะรายวิชา

1. รหัสและชื่อวิชา : BIOL106 ชีววิทยาของเซลล์ (Cell Biology)
2. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา :
หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และหมวดวิชาเฉพาะด้าน วิชาเอก
บังคับ
3. จำนวนหน่วยกิต : 3 (3-0-6)
4. จุดมุ่งหมายรายวิชา :
 - 4.1 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาของเซลล์ได้อย่างถูกต้อง
 - 4.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากภาคทฤษฎีไปยังการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 - 4.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางชีววิทยาของเซลล์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. คำอธิบายรายวิชา :
ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต ระดับโมเลกุล วัฏ
จักรของเซลล์ การแบ่งเซลล์ เมแทบอลิซึมของเซลล์ สารพันธุกรรมในเซลล์โพรคาริโอตและ
เซลล์ยูคาริโอต การแสดงออกของยีน

การแบ่งหน่วยเรียน/บทเรียน/หัวข้อ

1. ชีววิทยาของเซลล์

1.1 Golgi Complex	5 คาบ
1.1.1 กำเนิด Golgi complex	60 นาที
1.1.2 โครงสร้างและหน้าที่ของ Golgi complex	60 นาที
1.1.3 เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของ Golgi complex	180 นาที
1.2 Plastid	5 คาบ
1.2.1 กำเนิด Plastid	60 นาที
1.2.2 โครงสร้างและหน้าที่ของ Plastid	60 นาที
1.2.3 สร้างสื่อการเรียนรู้เรื่อง Plastid	180 นาที
1.3 Nuclues	15 คาบ
1.3.1 กำเนิด Nuclues	60 นาที
1.3.2 โครงสร้างและหน้าที่ของ Nuclues	60 นาที
1.3.4 กิจกรรม My Organelle (ใช้ PBL : Project Base Learning)	780 นาที

รวม 25 คาบ
(เป็นเวลา 5 สัปดาห์)

กำหนดการสอน

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	หมายเหตุ
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
1	แนะนำรายวิชา และสร้างข้อตกลงในชั้นเรียน	2	3	- บรรยาย	
2	บทนำชีววิทยาของเซลล์	2	3	- บรรยาย	
3	เยื่อหุ้มและสารหุ้มเซลล์	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม	
4	เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม	
5	กอลจิคอมเพล็กซ์	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม - ให้นักศึกษาออกแบบกอลจิคอมเพล็กซ์ที่คิดว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด (New Golgi) พร้อมระบุวัสดุอุปกรณ์ที่สามารถนำมาสร้างได้ - นำเสนองานที่ออกแบบ	

6	ไมโทคอนเดรีย	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม	
7	พลาสติก	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม - ออกแบบสื่อการจัดการ เรียนรู้ที่สามารถทำให้ ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายที่สุด เรื่อง “การสังเคราะห์ด้วย แสงของพืช” โดยให้ วางแผน ออกแบบ วิธีการ ดำเนินงาน และงบประมาณ ที่ใช้อย่างจำกัด	
8	ไลโซโซมและไมโท รบอดี	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม	
9	สอบกลางภาค				
10	โครงร่างของเซลล์	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - นำเสนอผลงานจาก สัปดาห์ที่ 8	
11	เซนทริโอล	2	3	- บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม	
12	แวคิวโอล	2	3	- บรรยาย	

				<ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม 	
13	โรโบโซม	2	3	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม 	
14	นิวเคลียส	2	3	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยาย - ปฏิบัติการ - อภิปราย ชักถาม - STEM Education โดยใช้วิธีการสอนรูปแบบ PBL (Project base learning) - นักศึกษาวางแผนดำเนินการเลือก organelle ที่สนใจ - ระดมความคิดภายในกลุ่มเพื่อระบุเหตุผลที่จะสร้างสิ่งประดิษฐ์ ที่อ้างอิงจากหลักการทำงานของ organelle นั้นๆ - วางแผนการเลือกใช้วัสดุ พร้อมเหตุผลที่เลือกใช้ ให้สอดคล้องกับงบประมาณที่ได้รับ - เขียนขั้นตอนการสร้างอย่างเป็นระบบ 	
15	กิจกรรม My Organelle	2	3	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผน และปฏิบัติตาม 	

	โดยใช้ STEM Education			แผนที่ได้วางไว้จากสัปดาห์ ที่ 14 - บันทึกปัญหา อุปสรรค หรือ สิ่งที่จะทำให้การสร้าง สิ่งประดิษฐ์ให้ประสบ ความสำเร็จ - นำเสนอปัญหาที่พบ และ ทางสู่ความสำเร็จของ ชิ้นงาน พร้อมปรับปรุง แก้ไข	
16	กิจกรรม My Oganelle โดยใช้ STEM Education	2	3	- นำเสนอชิ้นงานที่สมบูรณ์ สู่สาธารณะ ด้วยวิธีการที่ หลากหลาย	
17	สอบปลายภาค				

แผนการสอนหน่วยที่ 1 กอลจิคอมเพล็กซ์ (Golgi Complex)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของกอลจิคอมเพล็กซ์ได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากภาคทฤษฎีไปยังการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำหลักการของกอลจิคอมเพล็กซ์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาโดยสรุป

เป็นกลุ่มของถุงกลมแบนขนาดใหญ่ ตรงขอบ โป่งพอง ใหญ่ขึ้น เป็นท่อเรียงซ้อนกันเป็นชั้น ๆ อยู่ใกล้กับเอนโดพลาสมิก เรติคูลัม พบในเซลล์พืชและสัตว์ชั้นสูงเกือบทุกชนิด

หน้าที่สำคัญ คือ เก็บสะสมสารที่เซลล์สร้างขึ้นก่อนปล่อยออกนอกเซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโปรตีนมีการจัดเรียงตัวให้เหมาะสมกับการทำงาน เกี่ยวข้องกับการสร้างอะโครโซม (acrosome) ซึ่งอยู่ที่ส่วนหัวของอสุจิ ทำหน้าที่เจาะไข่เมื่อเกิดการปฏิสนธิ

กอลจิคอมเพล็กซ์ทำหน้าที่เติมคาร์โบไฮเดรตให้กับ โปรตีน หรือลิพิด ที่รับมาจากเอนโดพลาสมิก เรติคูลัม ชนิดขรุขระ (รวบรวมบรรจุและขนส่ง) เช่น เติมคาร์โบไฮเดรตเพื่อห่อหุ้มโปรตีนและได้เป็นไกลโคโปรตีน เติมคาร์โบไฮเดรตเพื่อห่อหุ้มลิพิดและได้เป็นไกลโคลิพิด จากนั้นส่งเป็นเวสิเคิลออกนอกเซลล์ หรือใช้ภายในเซลล์

วิธีการสอนและกิจกรรม (STEM Education โดยใช้ PBL) : เวลา 180 นาที

ขั้นที่ 1 : ขึ้นกำหนดปัญหา (Define) : เวลา 45 นาที

1. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน จำนวน 5 กลุ่ม เพื่อทำกิจกรรม
2. ผู้สอนทบทวนความรู้เรื่อง Golgi complex โดยการเปิดอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับ โครงสร้าง และหน้าที่ของ Golgi complex โดยให้นักศึกษาแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น หรืออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนแล้ว

3 ผู้สอนให้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของ Golgi complex ว่า “ถ้าเราสามารถเปลี่ยนแปลงอะไรบางอย่างได้ในการทำงานของ Golgi complex เพื่อให้ Golgi complex สามารถทำงานได้ดีกว่าเดิม เราจะเปลี่ยนแปลงส่วนใด และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น?” โดยจะได้ชิ้นงานที่เป็น โมเดล 2 มิติ (รูปปั้นนูนต่ำ)

ขั้นที่ 2 : ขั้นวางแผน (Plan)

4 จากนั้นให้นักศึกษาระดมสมองในกลุ่มของตนเอง โดยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

5 นักศึกษาแต่ละกลุ่มทำการเลือกส่วนใดส่วนหนึ่งของ Golgi complex ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมมา 1 อย่าง พร้อมตั้งชื่อโมเดลสิ่งที่ได้ออกแบบไว้แล้ว

6 ให้นักศึกษาวางแผนในการพัฒนา หรือสิ่งที่ต้องการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของ Golgi complex โดยวาดเป็นแผนภาพ ให้เห็นส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปให้ชัดเจน พร้อมกับ คำอธิบายเหตุผลว่าเหตุใดจึงต้องเป็นเช่นนั้น โดยผู้สอนจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรม

ขั้นที่ 3 : ขั้นปฏิบัติ (Do)

7 ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางเอาไว้แล้ว โดยสร้างชิ้นงานขึ้นมาเป็น โมเดล 2 มิติ (การปั้นนูนต่ำ) เพื่ออธิบายการทำงานของ Golgi complex ที่ได้สร้างขึ้นมาใหม่

8 จากนั้นบันทึกรายละเอียดที่ได้สร้างลงในใบกิจกรรม ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ให้เรียบร้อย

ขั้นที่ 4 : ขั้นทบทวน (Review)

9 นักศึกษาแต่ละกลุ่มทบทวนการทำงาน ว่าการทำงานครั้งนี้ได้ผลตามจุดประสงค์ มีอุปสรรค มีความประทับใจในการทำงานหรือไม่อย่างไร และได้มีแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาอย่างไร โดยให้แต่ละกลุ่ม ออกมาพูดถึงประเด็นต่างๆ เหล่านี้ หน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในประเด็นที่น่าสนใจ

10 ผู้สอนจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ใช้คำถามเกี่ยวกับประเด็นที่นักศึกษาออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน

11 บางกลุ่มอาจนำคำแนะนำของผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนไปปรับปรุงชิ้นงาน ก่อนจะนำชิ้นงานไปนำเสนอ เพื่อให้ชิ้นงานออกมามีที่ที่สุด และถูกต้องที่สุดตามหลักการของชีววิทยาของเซลล์

ขั้นที่ 5 : ขึ้นนำเสนอผลงาน (Presentation)

12 ให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันว่าจะนำเสนอผลงานของตนแหล่งใด โดยมีเงื่อนไขว่า “แต่ละกลุ่ม จะต้องนำผลงานไปนำเสนอในที่ที่เป็นสาธารณะ เพื่อเผยแพร่ผลงาน และองค์ความรู้ให้ผู้อื่นได้รับรู้ด้วย” ทั้งนี้อาจจะเป็น เผยแพร่ผ่านโซเชียลมีเดีย หรือบอร์ดหน้าคณะของนักศึกษา หรือจัดนิทรรศการโชว์ผลงานบริเวณคณะ เป็นต้น ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะได้ความภูมิใจในผลงาน และได้แสดงออกในทางที่ถูกต้อง และได้ใช้องค์ความรู้เรื่องชีววิทยาของเซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อการสอน / อุปกรณ์การสอน

1. Power Point
2. กระดานไวท์บอร์ด
3. ใบกิจกรรม เรื่อง “New Golgi”

การวัดผล

1. แบบประเมินการทำงานเป็นทีม
2. แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

เอกสารประกอบการสอน / เอกสารอ้างอิง

- 1) ลัดดา เอกสมทราเมษฐ์. (2549). ชีววิทยาของเซลล์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

กรุงเทพฯ.

- 2) Stephen R. Bolsover, Jeremy S. Hyams, Elizabeth A. Shephard and Hugh A. White. (2011). Cell Biology. Wiley-Blackwell.

แผนการสอนหน่วยที่ 2

พลาสติด (Plastid)

จุดประสงค์การสอน

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง และหน้าที่ของพลาสติดได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากภาคทฤษฎีไปยังการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถหลักการทำงานเรื่องพลาสติด ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาโดยสรุป

พลาสติดเป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้นพบเฉพาะในเซลล์พืชเท่านั้น สาหร่าย ยกเว้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน พลาสติดจำแนกตามลักษณะของเม็ดสี แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นพลาสติดที่มีสีเขียวเนื่องจากมีสารคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ เป็นแหล่งสร้างอาหารของเซลล์พืชและโพรทิสต์บางชนิด ภายในคลอโรพลาสต์มีโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายถุงแบนๆ ที่มีเยื่อหุ้มเรียกว่า ไทลาคอยด์ (thylakoid) และ ไทลาคอยด์เรียงซ้อนกันเรียกว่า กรานุม (granum) แต่ละกรานุมมีโครงสร้างเชื่อมต่อถึงกัน บนไทลาคอยด์มีสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น คลอโรฟิลล์ แครโรทีนอยด์ (carotenoid) และมีของเหลวที่เรียกว่า สโตรมา (stroma) อยู่โดยรอบไทลาคอยด์ ในของเหลวนี้นี้มีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

2. โครโมพลาสต์ (chromoplast) เป็นพลาสติดที่มีสารที่ทำให้เกิดสีต่างๆยกเว้นสีเขียว ทำให้ดอกไม้ ผลไม้และใบไม้ มีสีสันสวยงาม เช่น ผลสีแดงของพริก รากของแครอท และใบไม้แก่ๆ เนื่องจากมีสารพวกแคโรทีนอยด์ จึงทำให้เกิดสีแดง สีส้ม และสีเหลือง

3. ลิวโคพลาสต์ (leucoplast) เป็นพลาสติดที่ไม่มีสี มีหน้าที่สะสมเม็ดแป้งที่ได้จากการสังเคราะห์แสง พบในเซลล์ของรากและเซลล์ที่สะสมอาหาร เช่น มันเทศ มันแกว เผือก ถั่วและใบพืชบริเวณที่ไม่มีสี

วิธีการสอนและกิจกรรม (STEM Education โดยใช้ PBL) : 300 นาที

ขั้นที่ 1 : ขั้นกำหนดปัญหา (Define) : เวลา 90 นาที

1 ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาตัวอย่างโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์ ตัวอย่างที่ผู้สอนจะเตรียมไว้ให้ ได้แก่ มันฝรั่ง ฟริก และสาหร่ายหางกระรอก

2 ผู้สอนสร้างสถานการณ์ให้นักศึกษาได้ศึกษาว่า “สมหมายเรียนเรื่องหน้าที่ของพลาสติกไม่รู้เรื่องเลย ใหม่ๆที่เรียนมาตั้งแต่ ป.6 แล้ว ตอนนี้อยู่ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่

3 สมหมายก็รู้สึกไม่ดีทุกครั้งที่เรียนเรื่องนี้ เนื่องจากเรียนไม่รู้เรื่องตั้งแต่ต้น ถ้า นักศึกษามีโอกาสได้สอนเรื่องนี้กับสมหมาย นักศึกษาจะใช้สื่ออะไรมาช่วยให้สมหมายมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้นได้”

ขั้นที่ 2 : ขั้นวางแผน (Plan) : เวลา 60 นาที

3 นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จากขั้นที่ 1 จากนั้นช่วยกันระดมความคิด เพื่อวางแผนพัฒนาสื่อการสอน เรื่อง “หน้าที่ของพลาสติก” เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้น

4 ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมกลุ่มของนักศึกษา

5 นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้รับใบกิจกรรมจากผู้สอนในการวางแผนการทำงานในครั้ง นี้ และให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มเขียนสิ่งที่ได้วางแผนลงในใบกิจกรรมที่ได้รับ

ขั้นที่ 3 : ขั้นปฏิบัติ (Do) : เวลา 120 นาที

6 ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางเอาไว้แล้ว โดยสร้างชิ้นงานขึ้นมาเป็นสื่อการสอนเรื่อง “หน้าที่ของพลาสติก” โดยมีเงื่อนไข (ดังในใบกิจกรรมที่แนบไว้ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้)

7 ขณะปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนจะคอยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ให้นักศึกษาอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 : ขั้นทบทวน (Review) : เวลา 30 นาที

8 นักศึกษาแต่ละกลุ่มทบทวนการทำงาน โดยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มมาอภิปรายการทำงานครั้งนี้ได้ผลตามจุดประสงค์ มีอุปสรรค มีความประทับใจในการทำงานหรือไม่อย่างไร และได้มีแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาอย่างไร เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในประเด็นที่น่าเสนอให้ครบทุกกลุ่ม

9 ผู้สอนจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ใช้คำถามเกี่ยวกับประเด็นที่นักศึกษาออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน รวมถึงการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนต่างกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็น หรือให้ข้อเสนอแนะกับกลุ่มที่นำเสนอด้วย

10 บางกลุ่มอาจนำคำแนะนำของผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนไปปรับปรุงชิ้นงาน ก่อนจะนำชิ้นงานไปนำเสนอ เพื่อให้ชิ้นงานออกมามีค่าที่สุด และถูกต้องที่สุดตามหลักการของชีววิทยาของเซลล์

ขั้นที่ 5 : ชี้นำเสนอผลงาน (Presentation) : นอกเวลาเรียน

11 ให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันว่าจะนำเสนอผลงานของคนแหล่งใด โดยมีเงื่อนไขว่า “แต่ละกลุ่ม จะต้องนำผลงานไปนำเสนอในที่ที่เป็นสาธารณะ เพื่อเผยแพร่ผลงาน และองค์ความรู้ให้ผู้อื่นได้รับรู้ด้วย” ทั้งนี้อาจจะเป็น เผยแพร่ผ่านโซเชียลมีเดีย หรือบอร์ดหน้าคณะของนักศึกษา หรือจัดนิทรรศการโชว์ผลงานบริเวณคณะ เป็นต้น ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะได้รับความภูมิใจในผลงาน และได้แสดงออกในทางที่ถูกต้อง และได้ใช้องค์ความรู้เรื่องชีววิทยาของเซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อการสอน / อุปกรณ์การสอน

4. Power Point
5. กระดานไวท์บอร์ด
6. ใบกิจกรรม เรื่อง “New Golgi”

การวัดผล

3. แบบประเมินการทำงานเป็นทีม
4. แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

งานที่ได้รับมอบหมาย

สื่อเล่าเรื่อง กลุ่มละ 1 ชิ้นงาน

เอกสารประกอบการสอน / เอกสารอ้างอิง

- 1) ลัดดา เอกสมทราเมษฐ์. (2549). ชีววิทยาของเซลล์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

กรุงเทพฯ.

- 2) Stephen R. Bolsover, Jeremy S. Hyams, Elizabeth A. Shephard and Hugh A. White. (2011). Cell Biology. Wiley-Blackwell.

แผนการสอนหน่วยที่ 3 นิวเคลียส (Nucleus)

จุดประสงค์การสอน

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง และหน้าที่ของนิวเคลียสได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากภาคทฤษฎีไปยังการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถหลักการทำงานเรื่องชีววิทยาของเซลล์ ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาโดยสรุป

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปมีนิวเคลียสเพียงหนึ่งนิวเคลียส ได้มีผู้ศึกษาความสำคัญของนิวเคลียส โดยทดลองนำนิวเคลียสออกจากเซลล์ของอะมีบา (Amoeba) ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว แล้วทดลองเลี้ยงไว้ พบว่าอะมีบาที่ไม่มีนิวเคลียส สามารถเคลื่อนไหว และมีการแลกเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ แต่ไม่สามารถแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวน แล้วในที่สุดก็ตาย ต่อมาได้มีนักวิทยาศาสตร์อีกท่านหนึ่งได้ทดลองนำนิวเคลียส ของอะมีบาเซลล์หนึ่งไปใส่ให้กับอะมีบาอีกเซลล์หนึ่ง ที่ได้นำนิวเคลียสออกไปแล้ว พบว่าอะมีบาเซลล์นี้สามารถมีชีวิตอยู่ และแบ่งเซลล์เพื่อสืบพันธุ์ต่อไปได้

นิวเคลียส มีรูปร่างค่อนข้างกลม และมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ซึ่งเป็นเยื่อสองชั้น ล้อมรอบส่วนประกอบภายในของนิวเคลียส เซลล์ของสิ่งมีชีวิต บางชนิด เช่น Bacteria ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส แต่มีสารพันธุกรรมกระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาซึม เรียก เซลล์ที่มีลักษณะเช่นนี้ว่า เซลล์โพรคาริโอต (Prokaryotic cell) เซลล์ของ สิ่งมีชีวิตต่างๆ ไปนั้นมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า เซลล์ยูคาริโอต (Eukaryotic cell) เยื่อหุ้มนิวเคลียสมีรูเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป เพื่อเป็นทางเข้าออก ของสารระหว่างภายใน และภายนอกนิวเคลียส

สารประกอบทางเคมีของนิวเคลียส

1. ดีออกซีไรโบนิวคลีอิก แอซิด (Deoxyribonucleic acid) หรือ DNA เป็นส่วนประกอบของโครโมโซมในนิวเคลียส

2. ไรโบนิวคลีอิก แอซิด (Ribonucleic acid) หรือ RNA เป็นส่วนที่พบในนิวเคลียส โดยเป็นส่วนประกอบของนิวคลีโอไลต์

3. โปรตีน ที่สำคัญคือ โปรตีนฮิสโตน (Histone) โปรตีนโพรตามีน (Protamine) ซึ่งเป็นโปรตีนเบส (Basic protein) ทำหน้าที่เชื่อมเกาะอยู่กับ DNA ส่วนโปรตีนเอนไซม์ ส่วนใหญ่จะเป็นเอนไซม์ ในกระบวนการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก และเมแทบอลิซึมของกรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ ในกระบวนการไกลโคไลซิส ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างพลังงานให้กับนิวเคลียส

วิธีการสอนและกิจกรรม (STEM Education โดยใช้ PBL)

ขั้นที่ 1 : ขั้นกำหนดปัญหา (Define) :

1 ให้นักศึกษาแต่ละคนออกมาเขียนหน้ากระดานในหัวข้อ “My Organelle” ว่าใครสนใจ Organelle ใดมากที่สุด ในเซลล์

2 เมื่อนักศึกษาเขียนความสนใจของแต่ละคนเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนจะพานักศึกษาจัดกลุ่มตามความสนใจ ถ้ามีประเด็นที่ซ้ำกัน 9- 10 คน ก็จะให้แบ่งให้เป็นประเด็นเดียวกัน มี 2 กลุ่ม แต่จะให้สร้างโมเดลกลุ่มละ 1 โมเดลไม่ซ้ำกัน

ขั้นที่ 2 : ขั้นวางแผน (Plan)

3 เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วนั้น ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มระดมความคิดเกี่ยวกับการวางแผนการสร้างโมเดลตามฟอร์มที่ได้ให้ไว้ในใบกิจกรรมเรื่อง “My Organelle”

4 ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมกลุ่มของนักศึกษา

ขั้นที่ 3 : ขั้นปฏิบัติ (Do)

5 ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางเอาไว้แล้ว โดยสร้างโมเดล “My Organelle” ขึ้นมา โดยใช้หลักการทางชีววิทยาของเซลล์มาอธิบายการทำงานของโมเดลนั้นๆ และเงื่อนไขที่สำคัญคือ ต้องเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน (ดังในใบกิจกรรมที่แนบไว้ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้)

6 ขณะปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนจะคอยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ให้นักศึกษาอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 : ขั้นทบทวน (Review).

7 นักศึกษาแต่ละกลุ่มทบทวนการทำงาน โดยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มมาอภิปรายการทำงานครั้งนี้ได้ผลตามจุดประสงค์ มีอุปสรรค มีความประทับใจในการทำงาน

หรือไม่อย่างไร และได้มีแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาอย่างไร เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในประเด็นที่นำเสนอให้ครบทุกกลุ่ม

8 ผู้สอนจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ใช้คำถามเกี่ยวกับประเด็นที่นักศึกษาออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน รวมถึงการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนต่างกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็น หรือให้ข้อเสนอแนะกับกลุ่มที่นำเสนอด้วย

9 บางกลุ่มอาจนำคำแนะนำของผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนไปปรับปรุงชิ้นงาน ก่อนจะนำชิ้นงานไปนำเสนอ เพื่อให้ชิ้นงานออกมาดีที่สุด และถูกต้องที่สุดตามหลักการของชีววิทยาของเซลล์

ขั้นที่ 5 : ชั้นนำเสนอผลงาน (Presentation)

10 ให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันว่าจะนำเสนอผลงานของตนแหล่งใด โดยมีเงื่อนไขว่า “แต่ละกลุ่ม จะต้องนำผลงานไปนำเสนอในที่ที่เป็นสาธารณะ เพื่อเผยแพร่ผลงาน และองค์ความรู้ให้ผู้อื่นได้รับรู้ด้วย” ทั้งนี้อาจจะเป็น เผยแพร่ผ่านโซเชียลมีเดีย หรือบอร์ดหน้าคณะของนักศึกษา หรือจัดนิทรรศการโชว์ผลงานบริเวณคณะ เป็นต้น ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะได้ความภูมิใจในผลงาน และได้แสดงออกในทางที่ถูกต้อง และได้ใช้องค์ความรู้เรื่องชีววิทยาของเซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อการสอน / อุปกรณ์การสอน

- 11 Power Point
- 12 กระดานไวท์บอร์ด
- 13 ใบกิจกรรม เรื่อง “My Organelle”

การวัดผล

5. แบบประเมินการทำงานเป็นทีม
6. แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

งานที่ได้รับมอบหมาย

โมเดล My Organelle กลุ่มละ 1 ชิ้นงาน

เอกสารประกอบการสอน / เอกสารอ้างอิง

- 1) ลัดดา เอกสมทราเมษฐ์. (2549). ชีววิทยาของเซลล์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

กรุงเทพฯ.

- 2) Stephen R. Bolsover, Jeremy S. Hyams, Elizabeth A. Shephard and Hugh A. White. (2011). Cell Biology. Wiley-Blackwell.

ภาคผนวก ค ใบกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา

ใบกิจกรรม
เรื่อง New Golgi

จุดประสงค์ : นักศึกษาสามารถวางแผน ออกแบบ และสร้างโมเดล “New Golgi” ที่สามารถประยุกต์ใช้หลักการของชีววิทยาของเซลล์ ให้เข้ากับโมเดลได้อย่างถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ส่วนใดของ Golgi Complex ที่นักศึกษาเลือกที่จะเปลี่ยนแปลง ให้ตั้งชื่อ พร้อมบอกเหตุผลที่เลือกโดยใช้หลักการทางชีววิทยาของเซลล์

.....

.....

.....

.....

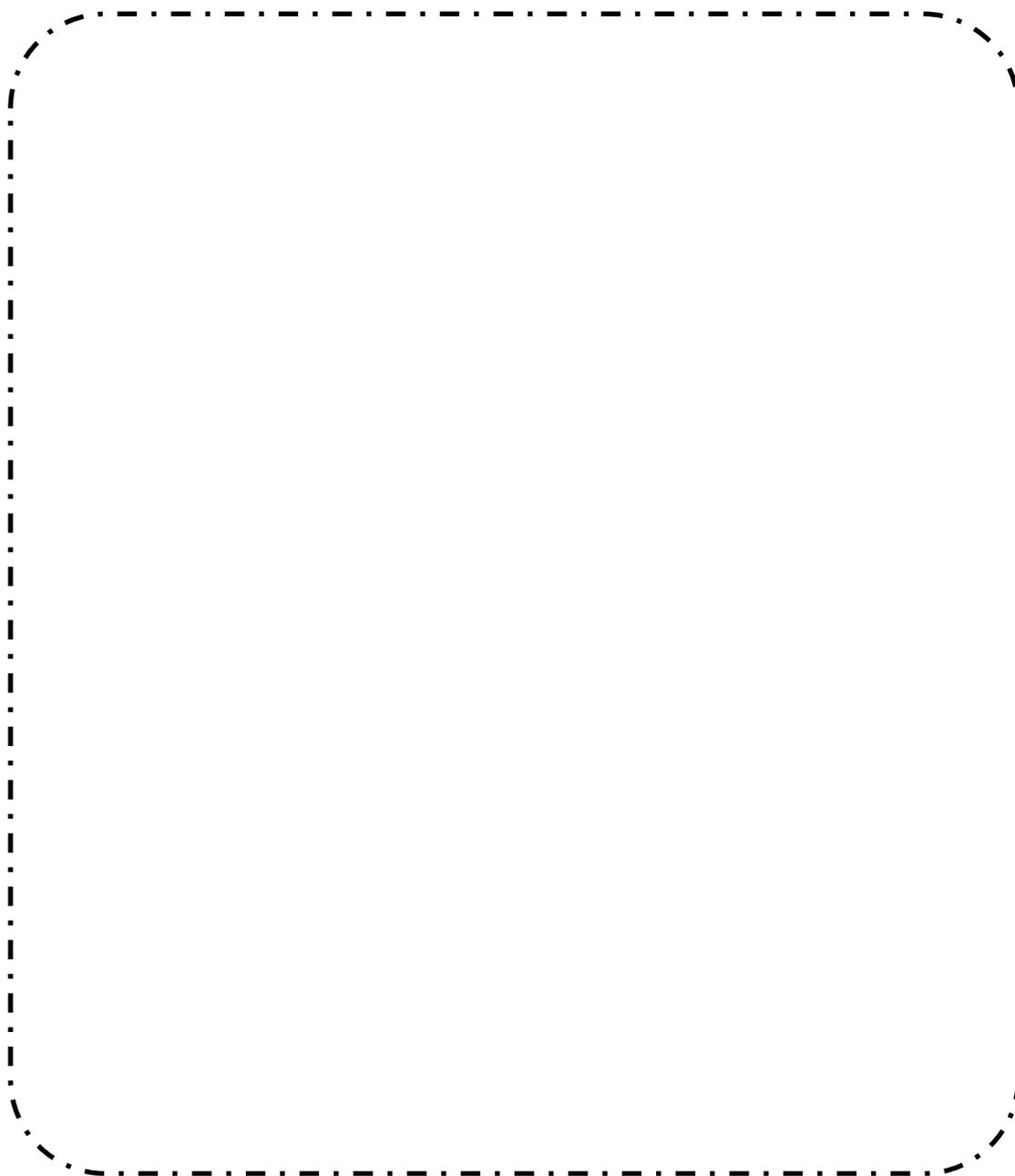
.....

2. วาดภาพเปรียบเทียบรูปร่างเดิม และรูปร่างใหม่ของส่วนที่ต้องการเปลี่ยนแปลง

รูปร่างของส่วนเดิม	รูปร่างของส่วนใหม่

3. ให้นักศึกษาวางแผนการสร้างส่วนประกอบใหม่ของ New Golgi ของกลุ่มตามแบบฟอร์ม และให้ทำตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- ให้คงสัดส่วนของโมเดลมีขนาดเทียบเคียงจากขนาดจริง
- มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดประสิทธิภาพได้จริงตามหลักการของชีววิทยาของเซลล์
- ดินน้ำมัน 3 ก้อน
- เวลา 90 นาที



2. ให้นักศึกษาช่วยกันวางแผนการสร้างสื่อที่ต้องการ พร้อมบรรยายวิธีการสร้างให้ชัดเจนที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ออกแบบชิ้นส่วนของสื่อที่จะสร้าง	วิธีการสร้าง

3. ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาวัสดุที่จะนำมาสร้าง “สื่อเล่าเรื่อง” พร้อมบอกเหตุผลที่จำเป็นต้องใช้วัสดุนั้นๆ

- 1) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 2) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 3) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 4) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 5) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 6) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 7) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 8) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 9) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 10) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 11) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 12) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้

4. ให้นักศึกษาช่วยกันคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้าง “สื่อเล่าเรื่อง” ภายในงบประมาณที่

กำหนด

ชิ้นส่วนของสื่อ	รายละเอียดวัสดุ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)

2. ให้นักศึกษาช่วยกันคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องการสร้าง พร้อมบรรยายวิธีการสร้างให้ชัดเจนที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ออกแบบชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์ที่จะสร้าง	วิธีการสร้าง

3. ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาวัสดุที่จะนำมาสร้าง “My Organelle” พร้อมบอกเหตุผลที่จำเป็นต้องใช้วัสดุนั้นๆ

- 1) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 2) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 3) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 4) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 5) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 6) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 7) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 8) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 9) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 10) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 11) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้
- 12) วัสดุที่ใช้คือ ใช้สร้าง.....
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้

4. ให้นักศึกษาช่วยกันคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้าง “My Organelle” ภายในงบประมาณที่

กำหนด

ชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์	รายละเอียดวัสดุ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)

ภาคผนวก ง ตัวอย่างผลงานนักศึกษา

การออกแบบ New Golgi

โครงสร้างของ golgi complex ที่สังเคราะห์ขึ้นที่ ER ได้มีโปรตีนที่เรียกว่า ER

โปรตีนที่ ER จะเคลื่อนที่ไปตามท่อของ golgi complex ที่มีช่อง cisternae และโปรตีนจะจับกับโปรตีนที่ ER และเคลื่อนที่จาก cist face ไปยัง trans face และโปรตีนจะจับกับ vesicle และเคลื่อนที่ไปปล่อยที่ plasma membrane โดยที่โปรตีนจะจับกับ vesicle และเคลื่อนที่ไปปล่อยที่ plasma membrane

โครงสร้างของ golgi complex ที่สังเคราะห์ขึ้นที่ ER ได้มีโปรตีนที่เรียกว่า ER

ER

Golgi Apparatus

incoming transport vesicle

Cisternae

Cis face

trans face

Secretory Vesicle

Plasma membrane

น.ส. นกขุฑ์ นามธนา 5/11/19 130134

trans face

Cell membrane

Vesicles

Cisternae

Ribosome

golgi apparatus

Transition Vesicles

cis face

ER

Nucleus

transition vesicle ที่ถูกส่งมาจาก ER จะรวมเข้ากับองค์ประกอบเซลล์ที่มีโปรตีนและ cisternae ที่ส่งมาจาก ER และเคลื่อนที่ออกจาก ER ไปยัง trans face และเคลื่อนที่ไปปล่อยที่ plasma membrane โดยที่โปรตีนจะจับกับ vesicle และเคลื่อนที่ไปปล่อยที่ plasma membrane

การออกแบบ golgi complex

น.ส. นกขุฑ์ นามธนา 5/11/19 130134

Vesicle

Trans face

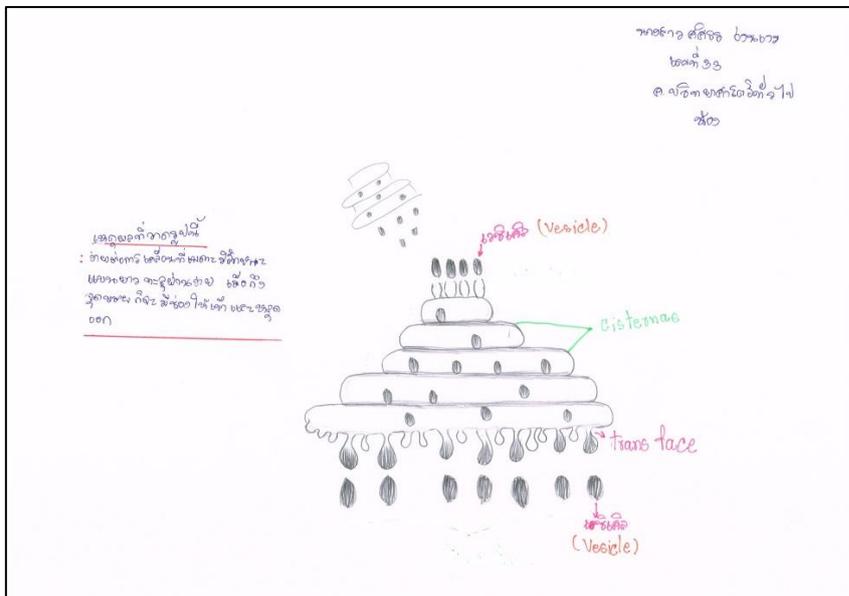
Cisternae

Protein Cisternae

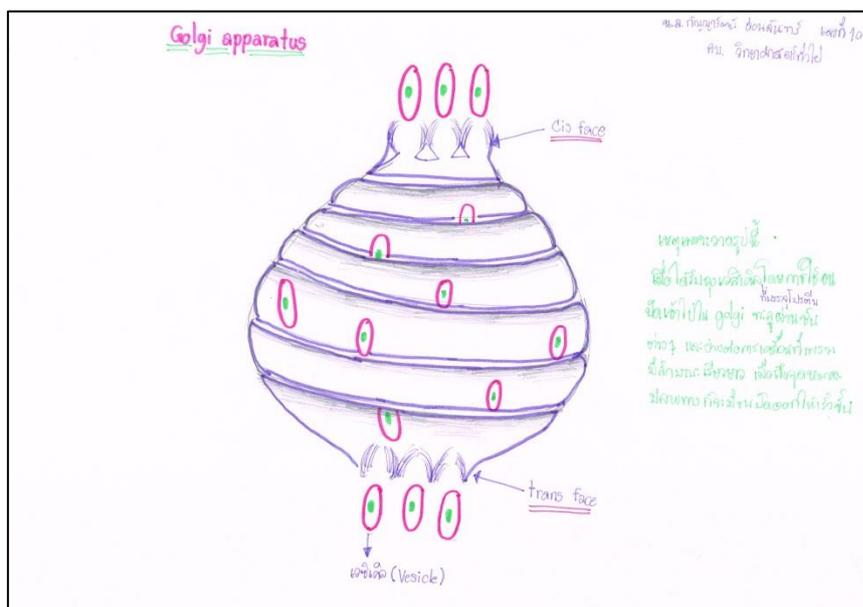
Endoplasmic reticulum

โปรตีนที่ ER จะเคลื่อนที่ไปอยู่ Cisternae จากชั้น ER ที่เคลื่อนที่ไปอยู่ Cisternae และเคลื่อนที่ไปปล่อยที่ trans face และเคลื่อนที่ไปปล่อยที่ plasma membrane โดยที่โปรตีนจะจับกับ vesicle และเคลื่อนที่ไปปล่อยที่ plasma membrane

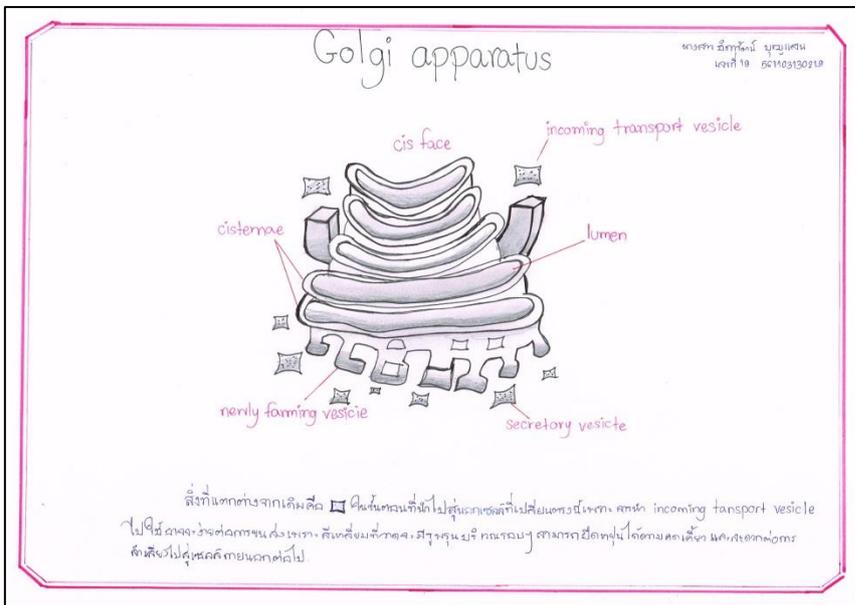
ภาพ 13 การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หอ 1



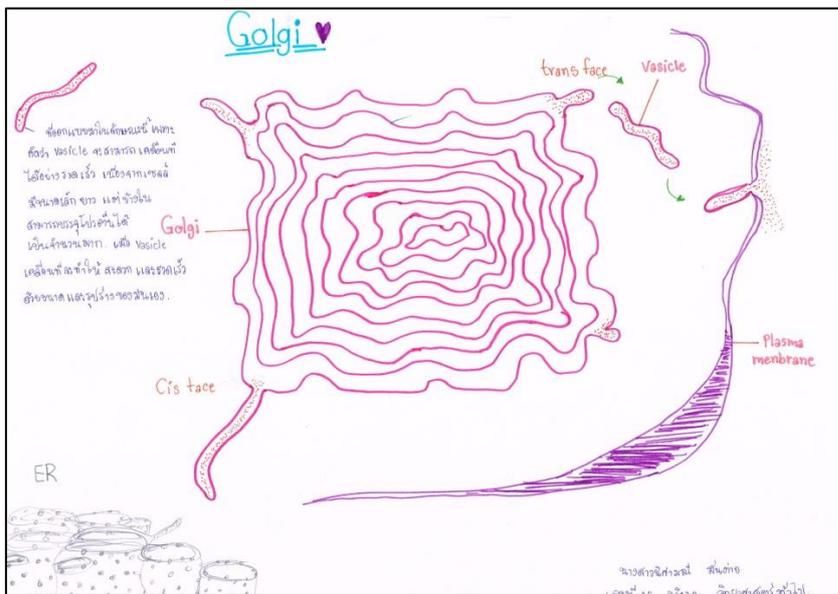
ภาพ 13 การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2



ภาพ 14 การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2

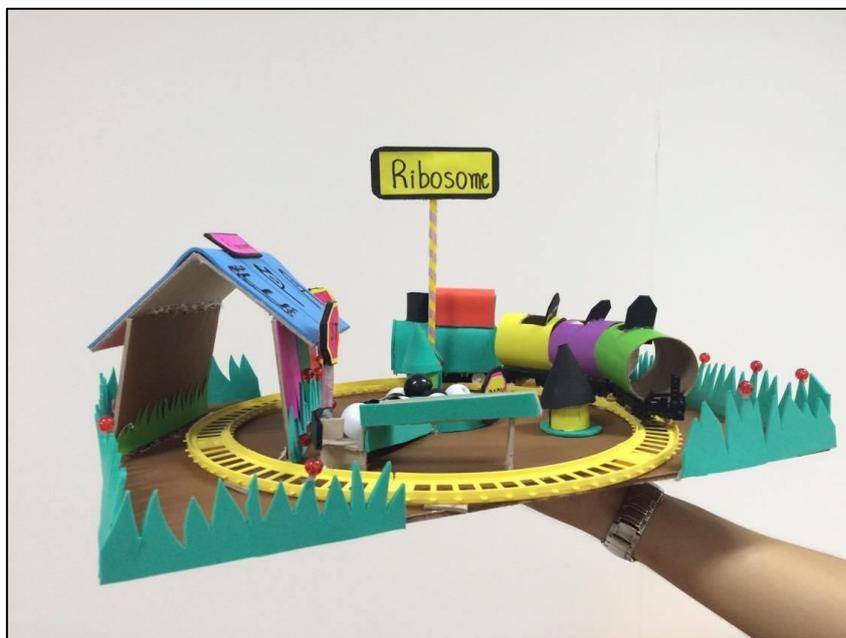


ภาพ 15 การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2



ภาพ 16 การออกแบบ New Golgi ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ห้อง 2

ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เรื่อง My organelle



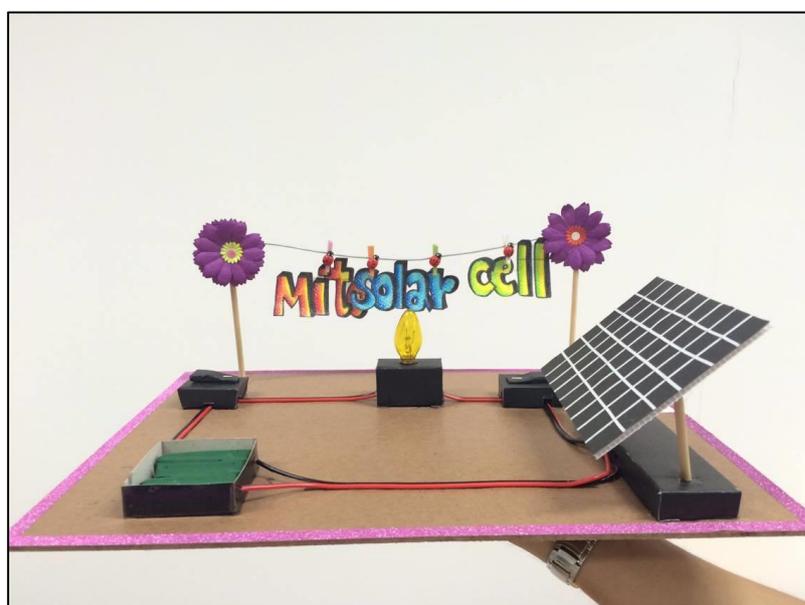
ภาพ 17 ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “รถไฟขนส่งสินค้า โดยใช้หลักการของ Ribosome”



ภาพ 18 ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “ก้างหนกออลจี โดยใช้หลักการของ Golgi Complex”

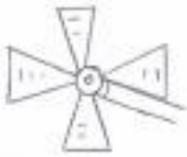
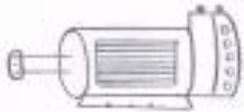
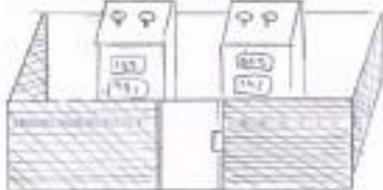
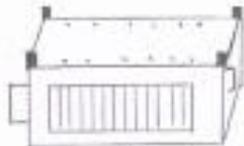
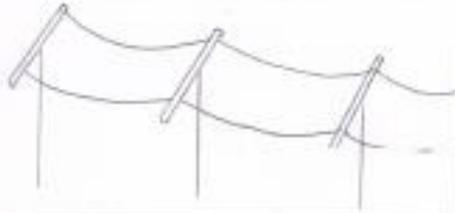


ภาพ 19 ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “โรงไฟฟ้า โดยใช้หลักการของ Mitochondria”



ภาพ 20 ชิ้นงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ “ไมโทโซลาร์เซลล์ โดยใช้หลักการของ Mitochondria”

2. ให้นักศึกษาช่วยกันคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องการสร้าง พร้อมบรรยายวิธีการสร้างให้ชัดเจนที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ออกแบบชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์ที่จะสร้าง	วิธีการสร้าง
	<p>ใบพัด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตัดจากพลาสติกแข็ง แล้วรูปเป็นพัด 4 ใบพัด 2. ใช้ไม้เดือย ตัดเป็นเส้นตรงเพื่อใช้
	<p>โครงมอเตอร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้ไม้ไผ่ เจาะรูเป็นรูกลมขนาดพอดีกับมอเตอร์ 2. ใช้ท่อ PVC ติดมอเตอร์
	<p>ถาดวางไฟฟ้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้ไม้ฉาก ตัดเป็นชิ้นตามขนาดวางไฟฟ้
	<p>แม่เหล็กไฟฟ้า</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำไม้ฉาก ขนาด 1 นิ้ว สูง 1 เมตร ติดแม่เหล็ก 2. ทำฟิล์มทองแดง ขนาด 1 เมตร ติดกับฟิล์มแม่เหล็ก
	<p>เสาไฟฟ้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำไม้ฉาก เป็นขนาด 1 เมตร เสาไฟฟ้ 2. ใช้ไม้ฉาก ติดกับเสาไฟฟ้ เสาไฟฟ้ เสาไฟฟ้

3. ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาวัสดุที่จะนำมาสร้าง "My Organelle" พร้อมบอกเหตุผลที่จำเป็นต้องใช้วัสดุนั้นๆ

- 1) วัสดุที่ใช้คือ ขวดพลาสติก ใช้สร้าง ไมโทคอนเดรีย
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีรูปร่างคล้ายกับไมโทคอนเดรีย
- 2) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 3) วัสดุที่ใช้คือ ยาง PVC ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ รูปร่างคล้าย เยื่อหุ้มเซลล์
- 4) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 5) วัสดุที่ใช้คือ แผ่นโฟม ใช้สร้าง นิวเคลียส
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความหนา และ มีรูปร่างคล้ายนิวเคลียส
- 6) วัสดุที่ใช้คือ แผ่นโฟม ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความหนา และ ยาว
- 7) วัสดุที่ใช้คือ ยาง PVC ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 8) วัสดุที่ใช้คือ ยาง PVC ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 9) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ม้วน ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความหนา และ ยาว
- 10) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 11) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 12) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 13) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 14) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว
- 15) วัสดุที่ใช้คือ ไม้ไผ่ ใช้สร้าง เยื่อหุ้มเซลล์
เหตุผลที่เลือกวัสดุนี้ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น และ ยาว

4. ให้นักศึกษาช่วยกันคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้าง "My Organelle" ภายในงบประมาณที่กำหนด

ชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์	รายละเอียดวัสดุ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ถุงพลาสติก	- วัสดุจากถุงใส่ถุงมือ/ถุงใส่ถุงเท้า ขนาด 10 นิ้ว	4 ถุงมือ	-
กระดาษกาวใส	- วัสดุจากไม้ไผ่ 1 แผ่น กระดาษกาว	1 แผ่น	-
ฟิล์มใสหรือพลาสติกใส	- วัสดุจากท่อ PVC ใส ขนาด 1 นิ้ว	1 ท่อ	50
กระดาษกาวใส	- วัสดุจากไม้ไผ่ 1 แผ่น กระดาษกาว	1 แผ่น	-
กระดาษ	- วัสดุจากแผ่นไม้ 1 แผ่น	1 แผ่น	90
ฟิล์มใสหรือพลาสติกใส	- วัสดุจากฟิล์มใส 1 แผ่น	1 แผ่น	15
ไม้ไผ่	- วัสดุจากไม้ไผ่ 1 ชิ้น	1 ชิ้น	10
ถุงพลาสติก	- วัสดุจากถุงมือ 1 คู่	1 คู่	10

กิจกรรม
เรื่อง "My Organelle"

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบ และสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถใช้ได้จริง โดยประยุกต์ใช้หลักการของชีววิทยาของเซลล์ ให้เข้ากับสิ่งประดิษฐ์ได้อย่างถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 ออกแบบเซลล์ที่นักศึกษาเลือกสร้างได้แก่ Mitochondria
- 1.2 ถ้าเปรียบออกแบบเซลล์ที่นักศึกษาเลือกสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ จะเปรียบเป็นอะไร เพราะเหตุใดจึงเปรียบเป็นสิ่งประดิษฐ์นี้

ไมโทคอนเดรียเปรียบเป็นเครื่องปั่นกับมอเตอร์สำหรับเซลล์ เพื่อจะผลิตพลังงานหรือหน้าที่ของไมโทคอนเดรียซึ่งมีหน้าที่คล้ายกับมอเตอร์เซลล์ คือ

1) เปลี่ยนพลังงานเป็นพลังงานรูปต่างๆ

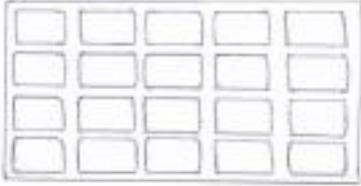
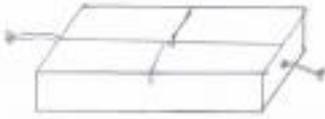
2) เป็นแหล่งกักเก็บพลังงาน ที่ใช้ควบคุมอัตราการเติบโตในกิจกรรมต่างๆ ได้

และที่เซลล์จะผลิตขึ้นที่คล้ายกับไมโทคอนเดรีย คือ

1) เปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า (เปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นรูป)

2) ควบคุมทิศทางพลังงานและปล่อยพลังงานออกไปใช้ได้ (เปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงาน)

2. ให้นักศึกษาช่วยกันคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องการสร้าง พร้อมบรรยายวิธีการสร้างให้ชัดเจนที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ออกแบบชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์ที่จะสร้าง	วิธีการสร้าง
แผงโซลาร์เซลล์ 	ใช้กระดาษสีน้ำตาลเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วนำกระดาษสีน้ำตาลมาพันรอบเพื่อสร้าง
กล่องใส่ถ่านไฟฉาย 	ใช้กระดาษแก้วเป็นกล่องสี่เหลี่ยม โดยภายในกล่องจะแบ่งเป็น 4 ช่อง เพื่อใส่ถ่านไฟฉาย 4 ถ่าน
ถ่านไฟฉาย 	ถ่านไฟฉายใช้ดินเหนียวปั้นเป็นก้อน ให้มีขนาดเท่ากับช่องออกแล้ว แล้วนำกระดาษสีน้ำตาลมาพันรอบเพื่อใส่รูปถ่านไฟฉายขนาด AA 4 ถ่าน
หลอดไฟ 	ใช้หลอดไฟของจริง
สายไฟ 	ใช้สายไฟของจริง

4. ให้นักศึกษาช่วยกันคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้าง "My Organelle" ภายในงบประมาณที่กำหนด

ชิ้นส่วนของสิ่งประดิษฐ์	รายละเอียดวัสดุ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
แผงโซลาร์เซลล์	- กะดาษแก้วสีส้ม (ขนาดเล็ก) - แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสีขาว (ขนาดเล็ก)	1 แผ่น 1 แผ่น	25
ถ่านไฟฉาย	กระดาษสี	1 แผ่น	10
กล่องถ่านไฟฉาย	กระดาษหิว (ขนาดเล็ก)	1 แผ่น	10
ก๊วยถ่านไฟฉาย	ลีนินท์ (ก๊วยถ่าน)	1 ก้อน	5
หลอดไฟ	หลอดไฟเก่า	1 หลอด	-
สายไฟ	สายไฟเก่า	1 เส้น	-

- * ภาวสีกระดาษ 15 บาท
- * ภาวสีกระดาษ 22 บาท

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวกตติญา บุญสวน
Miss. Katiya Bunsuan
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1670200139412
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 76000
E-mail gib.bonvoyage@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วท.บ. ชีววิทยา (คณะวิทยาศาสตร์)
มหาวิทยาลัยนเรศวร
กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา (คณะศึกษาศาสตร์)
มหาวิทยาลัยนเรศวร
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
การวิจัยเชิงคุณภาพ
การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
-