

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 2.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 2.3 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
 - 2.4 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
3. ผังมโนทัศน์
 - 3.1 ความหมายของผังมโนทัศน์
 - 3.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผังมโนทัศน์
 - 3.3 การเขียนผังมโนทัศน์
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 ประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ความพึงพอใจ
 - 6.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 6.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 6.3 การวัดความพึงพอใจ
7. ประสิทธิภาพ
 - 7.1 ความหมายประสิทธิภาพ
 - 7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 51) กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งกำหนดระดับการศึกษาเป็น 3 ระดับ คือ

1. ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) การศึกษาระดับนี้เป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
2. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) เป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตน มีทักษะในการคิดวิจารณ์ญาณ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา มีทักษะในการดำเนินชีวิต มีทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือ

ในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความดีงาม และมีความภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือ การศึกษาต่อ

3. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) การศึกษาระดับนี้ เน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน สนองตอบ ความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ มุ่งพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำ และผู้ให้บริการชุมชนในด้านต่าง ๆ

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ กำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ไว้ตามเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพนักเรียน เมื่อจบการศึกษา ขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตให้มีคุณภาพ สำหรับ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของนักเรียน สถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญ ไว้ดังนี้

1.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของ สิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับ ท้องถิ่น ประเทศ

และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

1.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

1.4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

1.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

1.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2. สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงแและการเคลื่อนไหว

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณภาพ

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิภาค และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 : ธรรมชาติและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระ/มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงไว้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงสาระ/มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.1	1. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	แรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันกับผลรวมของแรงทั้งสองนั้น
	2. ทดลองและอธิบายความดันอากาศ	อากาศมีแรงกระทำต่อวัตถุ แรงที่อากาศกระทำตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เรียกว่า ความดันอากาศ
	3. ทดลองและอธิบายความดันของของเหลว	ของเหลวมีแรงกระทำต่อวัตถุทุกทิศทาง แรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันของของเหลว ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความลึก
	4. ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลว การลอยตัว และการจมของวัตถุ	ของเหลวมีแรงพยุงกระทำต่อวัตถุที่ลอยหรือจมในของเหลว การจมหรือการลอยตัวของวัตถุขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและแรงพยุงของของเหลวนั้น
สาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.2	1. ทดลองและอธิบายแรงเสียดทานและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	แรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานมีประโยชน์ เช่น ในการเดินต้องอาศัยแรงเสียดทาน
สาระที่ 8 มาตรฐาน	1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ	-

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. วางแผนการสังเกต เสนอ การสำรวจตรวจสอบ หรือ คีศึกษาค้นคว้าและคาดการณ์ สิ่งที่จะพบจากการสำรวจ ตรวจสอบ	-
	3. เลือกอุปกรณ์ที่ถูกต้อง เหมาะสมในการสำรวจ ตรวจสอบให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้	-
	4. บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณ และคุณภาพ และตรวจสอบผล กับสิ่งที่คาดการณ์ไว้นำเสนอ ผลและข้อสรุป	-
	5. สร้างคำถามใหม่เพื่อการ สำรวจ ตรวจสอบต่อไป	-
	6. แสดงความคิดเห็นอย่าง อธิระ อธิบาย และสรุปสิ่งที่ได้ เรียนรู้	-
	7. บันทึกและอธิบายผลการ สำรวจ ตรวจสอบตามความ เป็นจริง มีการอ้างอิง	-
	8. นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจาและเขียน อธิบายแสดงกระบวนการและ ผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	-

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ พรทิพย์ ศิริภักทธาชัย (2556, หน้า 49-56) คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) หมายถึงองค์ความรู้ที่เป็นวิชาการของศาสตร์ทั้ง 4 สาขาวิชา ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงและอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิต การทำงานและการแก้ไขปัญหา คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหา ด้วยพฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ ดังนั้นจะพบว่าสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้ เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษาเนื่องจากว่าประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประสบปัญหา เรื่อง ผลการทดสอบ PISA (Program for International Student Assessment) ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศ และส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม

ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบาย ส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM Education ขึ้นมา เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA และการทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ให้สูงขึ้น และเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) เช่น ด้านปัญญา ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนสามารถมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

มนตรี จุฬาวัดนทล (2556, หน้า 30) ได้ให้ความหมายของคำว่าสะเต็มศึกษา หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรเพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

ศานิกานต์ เสนิงวงศ์ (2556, หน้า 30) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและอาชีพ

ชลชาติป สมานิติ (2557, หน้า 102) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง รูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระอันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาระวิชา และกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะ ที่สำคัญและจำเป็นอีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

จากข้อมูลดังกล่าวมา สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี

และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

วารุณี หนองห้าง (2553, หน้า 35) ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และ การเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งกรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ได้แก่ 1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน 4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดแบบสะเต็มศึกษา 5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน 6) ผู้สอนควรสอนแบบแนะนำวิธีการความคิดให้เกิดความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

จิราณี เมืองจันทร์ (2557, หน้า 3) ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนจุดเน้นของการเรียนแบบมีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะชีวิตต่าง ๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่ และการทำงาน กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่ 1) นักเรียนแต่ละคน มีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้าง ความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือก ฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน 3) ลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน 4) ครูมีบทบาท กระตุ้น

ให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง นำเสนอประสบการณ์ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อย

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2559, หน้า 129–139) ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้แก่ 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่ และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และ ประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรง และการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกันของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่ 4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานี้ เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากผู้เรียนสามารถสร้างพลังความรู้ในตนเอง หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดตนเองไป ประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน มีทักษะกระบวนการในการทำงาน เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเองที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย สบายใจ จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข และสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

3. สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและในอนาคตคุณครูคงต้องมีการปรับตัวพอสมควร เนื่องด้วยมีการเปลี่ยนแปลง การปรับตัวทางด้านการศึกษาก็เป็นเรื่องที่จำเป็น และจะต้องมีความสอดคล้องกับความต้องการของสังคม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านการศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 แต่การจัดการเรียนรู้ตามสะเต็ม

ศึกษาเป็นอย่างไรนั้น ในขณะที่เชื่อว่าผู้อ่านหลาย ๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอน มีประเด็นสนทนากันเกี่ยวกับเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียน กันอย่างกว้างขวาง คุณครูส่วนใหญ่คงจะมีความวิตกกังวล ไม่แน่ใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมักมีคำถามหลายประการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ซึ่งแน่นอนว่าครูในหลาย ๆ ประเทศก็มีข้อสงสัยในลักษณะเดียวกันกับครูไทยในช่วงระยะเริ่มต้น ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนั้นจะขอสรุปประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ในลักษณะของคำถามและคำตอบสั้น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งข้อมูลในการตอบคำถามนั้นได้มาจากการศึกษาและรวบรวมจากประสบการณ์ของในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และอีกนัยหนึ่งจากแนวทางของคณะทำงานของ สสวท. ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้มีการนำสะเต็มศึกษามาปรับใช้เพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา สังคมและงานอาชีพ ในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้คงมีประโยชน์สำหรับคุณครูได้พอสมควร

4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหา และฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาาร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูกำหนดกรอบหรือ Theme ของปัญหากว้าง ๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ (1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ (2) ตัวชีวิตในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ (3) ความรู้เดิมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) หรือการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้ แนวทางการวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากมีการวัดผลการเรียนรู้ตามแนวทางการวัดผลของสาขาวิชาที่นำมาบูรณาการร่วมกันแล้ว ยังต้องมีการวัดสมรรถนะในการนำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน รวมทั้งทักษะสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ (Critical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (Collaboration) และการสื่อสาร (Communication) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตัวอย่างของเกณฑ์การประเมินกิจกรรมแบบโครงงานเป็นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 38)
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) การกำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และมีความจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหา

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ มีความคุ้มค่าหรือไม่ มีข้อดี ข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่ดีที่สุด

3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน มีการกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Proto Type) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์และวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2558, หน้า 5) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งเน้นที่จะแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการส่งเสริมศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิตและบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการส่งเสริมศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านส่งเสริมศึกษาเพิ่มมากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา
5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
6. สร้างกำลังคนด้านส่งเสริมศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

ผังมโนทัศน์

1. ความหมายของผังมโนทัศน์

Novak & Joseph (1977, pp. 50-55) ได้นิยามไว้ว่า เป็นแผนภาพทางความคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่มีความหมายระหว่างความคิดรวบยอดต่าง ๆ โดยอยู่ในรูปของข้อความทั้งนี้ข้อความอาจเป็นฉลากความคิดรวบยอดสองอัน หรือมากกว่านั้น ซึ่งมาเชื่อมโยงกันด้วยถ้อยคำที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องระหว่างความคิดรวบยอดนั้น ๆ

Gagne (1977, p. 32) ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึงการจัดประเภทของวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์หรือความคิด ซึ่งมโนทัศน์จัดเป็นส่วนประกอบของกฎเกณฑ์ และเป็นพื้นฐานของการคิดในระดับสูง

วิไลวรรณ ตรีศณีชนะมา (2537, หน้า 49) ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง แนวความคิดสำคัญที่ได้จากการสรุปหรือกลั่นกรองจากข้อมูลหรือหรือข้อเท็จจริง การสรุปอาจได้มาเป็นถ้อยคำหรือประโยคที่กะทัดรัดและสื่อความหมายได้หรืออาจสรุปออกมาเป็นกลุ่ม ประเภทในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของมโนทัศน์ของแต่ละวิชา

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2543, หน้า 21) กล่าวว่าผังมโนทัศน์เป็นแผนผังความคิดรวบยอด (Concept Map) ทำได้โดยเขียนความคิดรวบยอดไว้ข้างบนหรือตรงกลาง แล้วลากเส้นให้สัมพันธ์กับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ที่สำคัญรองลงไปหรือความคิดที่ละเอียดซับซ้อนยิ่งขึ้น

ทิตนา แคมมณี (2545, หน้า 391) อธิบายเกี่ยวกับผังมโนทัศน์สรุปได้ว่า ผังมโนทัศน์เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยงที่แสดงความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับ ชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง แผนที่ความคิดเป็นการทำงานร่วมกันของสมองด้านซ้ายและด้านขวา สมองด้านซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์คำ สัญลักษณ์ ตรรกวิทยา สมองด้านขวาจะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์ รูปแบบ ลี รูปร่าง

ขั้นตอนการเขียน

1. เขียนมโนทัศน์ใหญ่ไว้ตรงกลาง
 2. เขียนมโนทัศน์ที่มีความสำคัญรองลงมาเป็นลำดับชั้นจากใหญ่ไปย่อยโดยใช้เส้นเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสัมพันธ์
 3. เขียนคำเชื่อมที่แสดงถึงลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์
- มันส์ บุญประกอบ (2545, หน้า 111) ผังแสดงความสัมพันธ์ของความคิด
แผนผังความคิด แผนที่ความคิด โดยผังมโนทัศน์เป็นแผนภาพสำหรับการจัดระบบ
และนำเสนอความรู้

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผังมโนทัศน์เป็นผังโครงสร้างที่ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดการสร้างความรู้การสรุปและการนำเสนอ ข้อมูลที่เชื่อมโยงโดยการใช้คำ ข้อความ หรือเส้น ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์นั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมาย สามารถถ่ายทอดความคิดของนักเรียนที่มีความหมายหลักได้ด้วยตนเอง มาจัดการอย่างมีระบบ โดยนำความรู้มาสรุปเป็นแผนผังเชื่อมโยงกันอย่างมีความหมาย

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผังมโนทัศน์

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออซูเบล

Ausubel, D.P. (1968) เป็นนักจิตวิทยาแนวปัญญานิยม ออซูเบลกล่าวไว้ว่าการเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน หลักการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้ คือ มีการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบมโนทัศน์ หรือกรอบแนวคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระนั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย ออซูเบลแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

- 1) การเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย (Meaningful Reception Learning)
- 2) การเรียนรู้โดยการรับแบบท่องจำโดยไม่คิดหรือแบบนกแก้วนกขุนทอง (Rote Reception Learning)
- 3) การเรียนรู้โดยการค้นพบอย่างมีความหมาย (Meaningful Discovery Learning)

4) การเรียนรู้โดยการค้นพบแบบท่องจำโดยไม่คิดหรือแบบนกแก้ว
นกขุนทอง (Rote Discovery Learning)

ออซูเบล สนใจที่จะหากฎเกณฑ์และวิธีการสอนการเรียนรู้ที่มีความ
ความหมาย ไม่ว่าจะเป็นการรับหรือค้นพบ เพราะออซูเบลคิดว่าการเรียนรู้ในโรงเรียน
ส่วนมากเป็นการท่องจำโดยไม่คิด

2.2 การเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย (Meaningful Reception
Learning)

ออซูเบล ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมาจากการ
การที่ผู้สอนอธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ฟังและผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียน
เห็นความสัมพันธ์กับโครงสร้าง พุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ และจะสามารถ
นำมาใช้ในอนาคตโดยทั่วไปผังมโนทัศน์มีประมาณ 13 ชนิด คือ

1. Concept Map (ผังมโนทัศน์หรือผังมโนภาพ)
2. Mind Map หรือ Mind Mapping (แผนที่ความคิด)
3. Web Diagram หรือ Spider Map (แผนผังใยแมงมุม)
4. Tree Structure (แผนภูมิโครงสร้างต้นไม้)
5. Vynn Diagram (แผนภูมิเวนน์)
6. Descending Ladder หรือ Time Ladder Map (แผนภูมิขั้นบันได)
7. Cycle Graph (แผนภาพวงจร, แผนภูมิแบบวัฏจักร)
8. Flowchart Diagram (แผนผังการดำเนินการ)
9. Matrix Diagram (แผนภาพหรือแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์)
10. Fishbone Map (แผนภูมิหรือแผนผังก้างปลา)
11. Intervar Graph หรือ Time line (แผนภาพแสดงความสัมพันธ์

ของเหตุการณ์ต่าง ๆ)

12. Order Graph, Events Chain (แผนภาพแสดงลำดับเหตุการณ์)
13. Classification Map (แผนผังแสดงความสัมพันธ์แบบจำแนกประเภท)

ออซูเบล กล่าวว่าทฤษฎีของท่านมีวัตถุประสงค์ที่จะอธิบายการเรียนรู้
เกี่ยวกับพุทธิปัญญาเท่านั้น (Cognitive Learning) ไม่รวมการเรียนรู้แบบการวางเงื่อนไข

แบบคลาสสิก การเรียนรู้ทักษะทางมอเตอร์ (Motor Skills Learning) และการเรียนรู้ โดยการค้นพบ ได้พบว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 อย่าง ดังต่อไปนี้

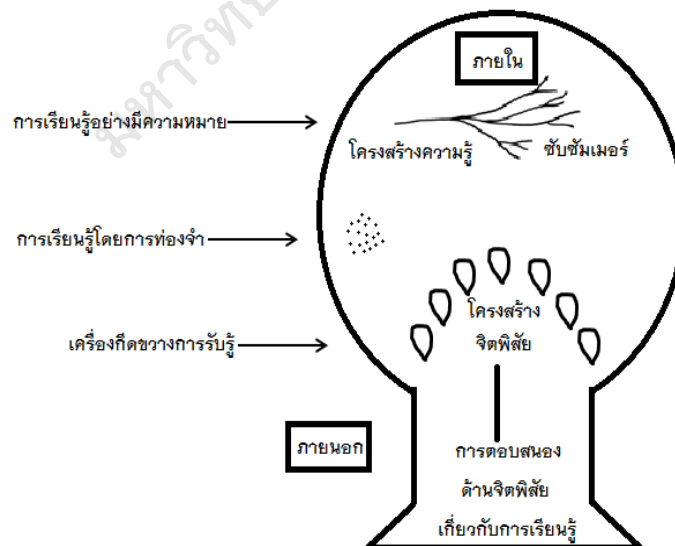
1) สิ่ง (Materials) ที่จะต้องเรียนรู้จะต้องมีความหมาย ซึ่งหมายความว่า จะต้องเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เคยเรียนรู้และเก็บไว้ในโครงสร้างพุทธิปัญญา (Cognitive structure)

2) ผู้เรียนจะต้องมีประสบการณ์ และมีความคิดที่จะเชื่อมโยงหรือ จัดกลุ่มสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้หรือสิ่งที่เรียนรู้เก่า

3) ความตั้งใจของผู้เรียนและการที่ผู้เรียนมีความรู้-คิดที่จะเชื่อมโยง สิ่งที่เรียนรู้ใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างพุทธิปัญญา (Cognitive Structure) ที่อยู่ในความทรงจำแล้ว

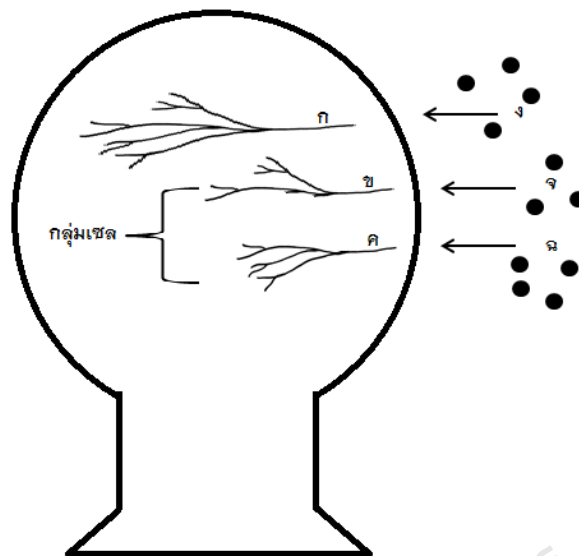
3. การเขียนผังมโนทัศน์

Ausubel (1968, p. 15) ผังมโนทัศน์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่า และความรู้ใหม่อย่างมีระดับชั้น โครงสร้างของความรู้จะใช้เป็นผังมโนทัศน์และใช้บันทึก ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สัมพันธ์ กับมโนทัศน์ซึ่งอยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งออสซูเบลเรียกว่ากระบวนการ ดูดซึม หรือซัพซัมเมอร์ แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็น การเรียนรู้แบบท่องจำ ดังภาพประกอบ 2-4

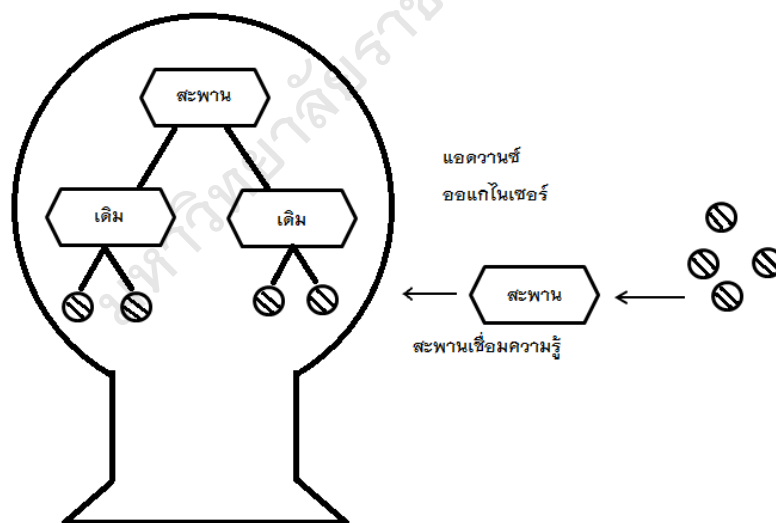


ภาพประกอบ 2 การเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเกิดจากการได้รับข้อมูลจากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้

(สุนี สอนตระกูล, 2535, หน้า 78)

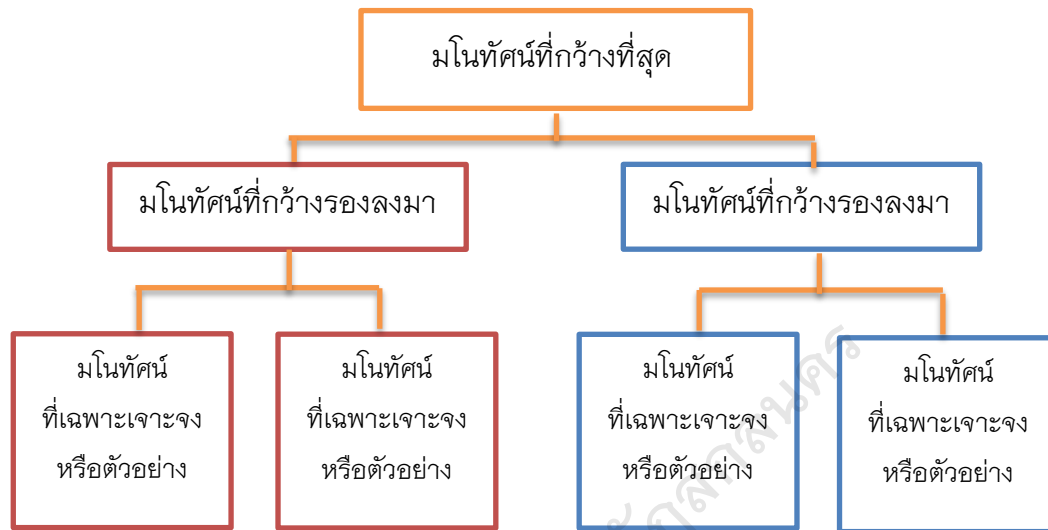


ภาพประกอบ 3 แสดงการเรียนรู้ที่มีความหมายเมื่อ ง, จ, ฉ เป็นความรู้ใหม่
จะเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิม คือ ก, ข และ ค
(สุนี สอนตระกูล, 2535, หน้า 79)



ภาพประกอบ 4 แสดงสะพานเชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าสู่ โครงสร้างของความรู้
ซึ่งเรียกว่า แอดวานซ์ ออกแกโนเซอร์ (สุนี สอนตระกูล, 2535, หน้า 80)

ทศนา แชมมณี (2553, หน้า 393) ผังมโนทัศน์ เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การเขียนผังมโนทัศน์
(ทศนา แชมมณี, 2553 หน้า 393)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมาย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 14) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญา เป็นความสามารถของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน โดยต้องฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและด้านความคิดอย่างมีระบบ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2542, หน้า 8) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็น การพยากรณ์

การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการการกำหนดและควบคุม ตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science [AAAS]) ได้เสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เมื่อปี ค.ศ. 1970 โดยได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะและทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 5 ทักษะดังนี้

พิมพันธ์ เคชเชคุปต์ และพะเยาวิ ยินดีสุข (2548, หน้า 9) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิด เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา เพราะเป็นการทำงานของสมองที่ใช้คิด ทั้งการคิดพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อน เช่น การฟัง การอ่าน การสังเกต การระบุ การจำแนก การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์การตีความ และการสรุปความ

ประดับ จรตระการ (2547, หน้า 36) สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึง การแสดงความสามารถของนักเรียนในการแสดงการคิดการปฏิบัติอย่างมีเหตุผลมีระบบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสะสมอยู่ในตัวนักเรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและแสวงหาความรู้ได้

1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
3. ทักษะการจำแนกประเภท
4. ทักษะการวัด
5. ทักษะการใช้ตัวเลข
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการพยากรณ์
8. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ได้แก่

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดหลักการแบ่งประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะและทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะที่ 1 ทักษะการสังเกต (Observation) ความหมาย :

เป็นวิธีการหาข้อมูลโดยตรงจากการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การดู การดม การฟัง การชิม และการสัมผัส ทั้งนี้โดยไม่ใส่ความเห็นหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็น ข้อมูลเชิงประจักษ์

ทักษะที่ 2 ทักษะการวัด (Measurement) ความหมาย : เป็นการเลือกและการใช้เครื่องมือ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้เหมาะสม และถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ทักษะที่ 3 ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) ความหมาย : เป็นการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในประสบการณ์ โดยมีเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์นั้นอาจใช้ความเหมือนความแตกต่าง ความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ทักษะที่ 4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Spacs/Spacs Reation and Space /Time Relation) ความหมาย : เป็นการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในประสบการณ์ โดยมีเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์นั้นอาจใช้ความเหมือน หรือความแตกต่างความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ทักษะที่ 5 การคำนวณ (Using Number) ความหมาย : เป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณหาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ทักษะที่ 6 การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) ความหมาย : เป็นการนำข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต การวัด

การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยการนำเสนอในรูปของตารางแผนภูมิแผนภาพไดอะแกรม กราฟสมการ หรือการเขียนบรรยาย

ทักษะที่ 7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) ความหมาย : เป็นการเพิ่มความถี่ให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยประสบการณ์เดิมมาช่วย

ทักษะที่ 8 การพยากรณ์ (Prediction) ความหมาย : เป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ

1. การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล
2. การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล

ทักษะที่ 9 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) ความหมาย : เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน

ทักษะที่ 10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation) ความหมาย : เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้หรือวัดได้ โดยให้คำตอบเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

ทักษะที่ 11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) ความหมาย : เป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้ง สมมติฐานหนึ่ง ๆ

ทักษะที่ 12 การทดลอง (Experiment) ความหมาย : เป็นกระบวนการปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การออกแบบการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง
3. การบันทึกผลการทดลอง

ทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making) ความหมาย : เป็นการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูล ในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การลงข้อสรุป สามารถทำได้ 2 ระดับ คือ 1) การสรุปในระดับแคบ คือ การสรุปให้อยู่เฉพาะกลุ่มตัวอย่างหรือสิ่งที่น่าสนใจ 2) การสรุปในระดับกว้าง คือ การสรุปที่ออกนอกขอบเขตของกลุ่มตัวอย่างแต่เป็นการขยายกว้างไปสู่ประชากรหรือกลุ่มใหญ่ ข้อสรุปนี้มีความเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบแรก

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โรงเรียนนาไหมวิทยารัชฆังคลาภิเษก จำนวน 33 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (Learning Achievement) เป็นสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้จากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครูผู้สอน สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักวิชาการศึกษาให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

กูด (Good, 1973, p. 67) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะทางการเรียนซึ่งปกติพิจารณาจากคะแนนที่กำหนด คะแนนที่ได้จากงานที่ครูสอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

อัจฉรา สุขารมณ และอรพินทร์ ชูชม (2530, หน้า 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสำเร็จที่ได้รับจากการเรียน ซึ่งได้ประเมินผลจากหลายวิธี ดังต่อไปนี้

1) กระบวนการที่ได้จากแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป

2) กระบวนการที่ได้จาก เกรดเฉลี่ยของโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและช่วงเวลาที่ยาวนาน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้กันทั่วไป มักอยู่ในรูปของเกรดที่ได้จากโรงเรียน เนื่องจากให้ผลที่น่าเชื่อถือมากกว่า เพราะการประเมินผลการเรียนของนักเรียนครูจะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ หลายด้านจึงย่อมดีกว่าการแสดงขนาดของความล้มเหลว หรือความสำเร็จทางการเรียนจากการทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่ว ๆ ไป เพียงครั้งเดียว

การแบ่งความสามารถในการเรียนของนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาจากเกรดที่ได้รับ ดังต่อไปนี้

- 0 หมายถึง ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ได้คะแนนต่ำกว่า 50 คะแนน
- 1 หมายถึง ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด ได้คะแนน 50-54 คะแนน
- 1.5 หมายถึง ผลการเรียนพอใช้ ได้คะแนน 55-59 คะแนน
- 2 หมายถึง ผลการเรียนน่าพอใจ ได้คะแนน 60-64 คะแนน
- 2.5 หมายถึง ผลการเรียนค่อนข้างดี ได้คะแนน 65-69 คะแนน
- 3 หมายถึง ผลการเรียนดี ได้คะแนน 70-74 คะแนน
- 3.5 หมายถึง ผลการเรียนดีมาก ได้คะแนน 75-79 คะแนน
- 4 หมายถึง ผลการเรียนดีเยี่ยม ได้คะแนนตั้งแต่ 80 คะแนนขึ้นไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนเฉลี่ยสะสมของนักเรียน และแบ่งระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำ หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 2.00

คะแนนเฉลี่ยสะสมปานกลาง หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.00 – 2.50

คะแนนเฉลี่ยสะสมสูง หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.50 ขึ้นไป

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, หน้า 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 150 อ้างอิงใน สุขุมมาลัย แสงกล้า, 2551 หน้า 53) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดสอบ ที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ปราณี กองจินดา (2549, หน้า 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการวัด การเปลี่ยนแปลงและประสบการณ์การเรียนรู้ ในเนื้อหาสาระที่เรียนมาแล้วว่าเกิดการเรียนรู้เท่าใดมีความสามารถชนิดใด โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ในลักษณะต่าง ๆ และการวัดผลตามสภาพจริง เพื่อบอกถึงคุณภาพการศึกษาความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัยและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หมายถึง ผลการเรียนรู้เฉลี่ยสะสมของนักเรียนที่ได้จากการสอบและวิธีการวัดผลของโรงเรียนต่ำกว่า 2.00

2. ประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ชวลิต ชูกำแหง (2550 หน้า 94-97) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) แบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่เขียนคำถามที่กำหนดสถานการณ์หรือปัญหาในรูปแบบใด รูปแบบหนึ่ง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความความสามารถ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ได้อย่างไม่จำกัด เขียนคำตอบให้ครอบคลุม อย่างสมบูรณ์และระมัดระวัง การตรวจให้คะแนน ผู้ที่ตรวจต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ต้องอาศัย ทักษะและความพยายามในการอ่าน และทำใจให้เป็นกลางในการตรวจเพื่อให้คะแนน

2) แบบเติมคำ เป็นลักษณะของแบบทดสอบหรือข้อสอบที่เขียนประโยคหรือข้อความเป็นตอนนำไป แล้วเว้นช่องว่างระหว่างข้อความ ส่วนหน้าข้อความ หรือท้ายข้อความ สำหรับให้เติมคำหรือข้อความ เพื่อให้ข้อความนั้น ถูกต้องสมบูรณ์ การเว้นช่องว่าง อาจจะเว้นที่ว่างให้เติมมากกว่าหนึ่งแห่ง

3) แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ คำถามและคำตอบ ส่วนคำถามเป็นข้อความปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เขียนเป็นประโยคคำถาม ส่วนคำตอบให้เลือกเป็นตัวเลือก หลายตัวเลือก มีทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด เรียกว่าตัวลวง ที่ให้ผู้ทำแบบทดสอบเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดจากคำถามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

4) แบบถูกผิด ลักษณะของข้อสอบจะเขียนข้อความที่เป็นสถานการณ์ ซึ่งมีทั้งถูกหรือผิด คละกันไป รูปแบบคำถามจำแนกเป็น แบบคำถามเดี่ยว แบบคำถามขยาย และแบบคำตอบผสม โดยให้พิจารณาว่าคำถามหรือข้อความนั้นถูกหรือผิด

5) แบบจับคู่ ลักษณะของข้อสอบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คำถามเขียนเป็นตัวยืมไว้ในสดมภ์ทางซ้ายมือ โดยให้เลือกหาคำตอบที่เขียนไว้ในสดมภ์ขวามือ รูปแบบคำถาม สามารถจำแนกได้เป็น แบบหาความสัมพันธ์ แบบตัวเลือกคงที่ และแบบจัดเรียงลำดับ

จากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย แบบเติมคำ แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก แบบถูกผิด แบบจับคู่ โดยการเลือกประเภทของแบบทดสอบควรคำนึงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น สามารถ ตรวจสอบพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ได้ว่าผู้เรียน มีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการทดสอบจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณภาพตามจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และเป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกด้านเจตคติรูปหนึ่ง เป็นความรู้สึกทางบวกของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่มนุษย์ได้รับมากหรือน้อยก็ได้ มีนักการศึกษา

ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายท่าน ดังนี้

กาญจนา อรุณสุขขรฺจฺจ (2546, หน้า 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออก ที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคล เกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจ ในงานนั้น

วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย์ (2559, หน้า 57) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมีผลอย่าง ยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์ หรือตามเป้าหมาย

Morse (1958, p. 19) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาวะจิต ที่ปราศจากความเครียดทั้งนี้เพราะธรรมชาติของมนุษย์มีความต้องการ ถ้าความต้องการ ได้รับการตอบสนองทั้งหมดหรือบางส่วน ความเครียดก็จะน้อยลง ความพึงพอใจจะเกิดขึ้น และในทางกลับกันถ้าความต้องการนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง ความเครียด และความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

Vroom (1970, p. 8) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ผลที่ได้จากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น ทุกคนคิดด้านบวกจะแสดงให้เห็นสภาพความพึงพอใจ ในสิ่งนั้น และทุกคนคิดด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจนั่นเอง

Shelley & Maynard (1975, p. 9) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ ซึ่งสรุปได้ว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึก แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ความรู้สึกในทางบวกและความรู้สึกในทางลบ ความรู้สึกในทางบวกเป็นความรู้สึกที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้เกิดความสุข ความสุขนี้เป็นความสุขที่แตกต่างจากความรู้สึกทางบวกอื่น ๆ กล่าวคือ เป็นความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับความสุขสามารถทำให้เกิดความสุขหรือความรู้สึกทางบวกอื่น ๆ ความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกที่มีความสัมพันธ์กัน อย่างสลับซับซ้อนและระบบความสัมพันธ์ของความรู้สึกทั้งสามนี้ เรียกว่า ระบบความพึงพอใจ

จากข้อมูลที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ

และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการในสิ่งนั้น ๆ

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

มีนักการศึกษาสาขาต่าง ๆ ทำการค้นคว้าและตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจ อันก่อให้เกิดกับความพึงพอใจในการทำงาน ดังนี้

การปฏิบัติงานใด ๆ ก็ตาม การที่ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในงานที่มีอยู่ การสร้างสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้ปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้การปฏิบัติงานนั้น ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ มีนักการศึกษาในสาขาต่าง ๆ ได้ศึกษาค้นคว้าและตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับการจูงใจ ในการทำงานไว้ ดังนี้

Herzberg (1959, pp. 113–115) ได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ เรียกว่า The Motivation Hygiene Theory ทฤษฎีนี้ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่ทำให้พึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัย คือ

1) ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการงาน ซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น ความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับนับถือลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ ความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน

2) ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานและมีหน้าที่ทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น เงินเดือน โอกาสที่จะก้าวหน้าในอนาคต สถานะของอาชีพ สภาพการทำงาน เป็นต้น

ในการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนซึ่งในสภาพปัจจุบันเป็นเพียงผู้อำนวยการหรือให้คำแนะนำปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานนั้นมีแนวคิดพื้นฐาน 2 ลักษณะ ดังนี้

1) ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนอง

2) ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลของการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ

ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปแบบของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Rewards) และผลตอบแทนภายนอก (Extrinsic Rewards) โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ นั่นคือความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนด โดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงและการรับรู้เรื่องเกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนที่รับรู้แล้วความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น

Maslow (1970, pp. 69–80) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นตอนความต้องการ (Hierarchy of Needs) นับว่าเป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ซึ่งตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า “มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อความต้องการได้รับการตอบสนองหรือพึงพอใจอย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว ความต้องการสิ่งอื่น ๆ ก็เกิดขึ้นมาอีก ความต้องการของคนเราอาจจะซ้ำซ้อนกันความต้องการอย่างหนึ่งอาจยังไม่ทันหมดไป ความต้องการอีกอย่างหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้” ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เน้นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต ได้แก่ อาหาร อากาศ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการพักผ่อน ความต้องการทางเพศ

2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) ความมั่นคงในชีวิต ทั้งที่เป็นอยู่ปัจจุบันและอนาคต ความเจริญก้าวหน้า ความอบอุ่น

3. ความต้องการทางสังคม (Social needs) เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรม ต้องการให้สังคมยอมรับตนเองเข้าเป็นสมาชิก ต้องการความเป็นมิตร ความรักจากเพื่อนร่วมงาน

4. ความต้องการมีฐานะ (Esteem needs) มีความอยากเด่นในสังคม มีชื่อเสียง อยากให้บุคคลยกย่องสรรเสริญตนเอง อยากมีความเป็นอิสระเสรีภาพ

5. ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-actualization needs) เป็นความต้องการในระดับสูง อยากให้ตนเองประสบความสำเร็จทุกอย่างในชีวิต ซึ่งเป็นไปได้ยาก

Scott (2012, p. 30) ได้นำเสนอแนวคิดในเรื่อง การจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้เกิดผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว งานนั้นจะมีความหมาย

2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงาน จะต้องมียุทธศาสตร์ดังนี้
 - 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
 - 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง
 - 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

จากข้อมูลเบื้องต้น สรุปได้ว่า จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ และสามารถดำเนินงานภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น ส่วนผลตอบแทนภายนอกนั้น เป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดหาให้มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับคำยกย่องชมเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือแม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

3. การวัดความพึงพอใจ

ใกล้รุ่ง นครานากุล (2547, หน้า 70) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ว่าเป็นการวัดด้านทัศนคติ หรือเจตคติที่เป็นนามธรรม เป็นการแสดงออกที่ค่อนข้างซับซ้อนยากที่จะวัดได้โดยตรง ดังนั้น การวัดความพึงพอใจจึงใช้การวัดโดยอ้อมด้วยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทนแต่การวัดความพึงพอใจมีขอบเขตจำกัด คือการวัดจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้ตลอดเวลาที่วัด ถ้าบุคคลแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนดังกล่าวย่อมเกิดขึ้นได้ เป็นธรรมชาติของการวัดทั่ว ๆ ไป

ทองอินทร์ ภูมิประสาท (2547, หน้า 57) ได้กล่าวถึงแนวคิดของ (Hayfield and Human, 1998) ที่ได้พัฒนาแนวคิดของนักวิจัยมาเป็นเครื่องมือวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน พบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

- ตัวแปรที่ 1 องค์ประกอบเกี่ยวกับงานที่ทำในปัจจุบัน แบ่งเป็น
 1. ความตื่นเต้น/น่าเบื่อ
 2. ความสนุกสนาน/ความไม่สนุกสนาน

3. สภาพโล่ง/สภาพสลับ
4. ความท้าทาย/ไม่ท้าทาย
5. ความพอใจ/ไม่พอใจ

ตัวแปรที่ 2 องค์ประกอบด้านค่าจ้าง ประกอบด้วย

1. ถือเป็นรางวัล/ไม่เป็นรางวัล
2. มาก/น้อย
3. ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม
4. เป็นทางบวก/เป็นทางลบ

ตัวแปรที่ 3 องค์ประกอบด้านการเลื่อนตำแหน่ง ประกอบด้วย

1. ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม
2. เชื่อถือได้/เชื่อถือไม่ได้
3. เป็นเชิงบวก/เป็นเชิงลบ
4. เป็นเหตุเป็นผล/ไม่เป็นเหตุเป็นผล

ตัวแปรที่ 4 องค์ประกอบทางด้านนิเทศ/ผู้บังคับบัญชา ประกอบด้วย

1. อยู่ใกล้/อยู่ไกล
2. ยุติธรรมแบบจริงจัง/ยุติธรรมแบบไม่จริงจัง
3. เป็นมิตร/ค่อนข้างไม่เป็นมิตร
4. เหมาะสมทางคุณสมบัติ/ไม่เหมาะสมทางคุณสมบัติ

ตัวแปรที่ 5 องค์ประกอบทางด้านเพื่อนร่วมงาน ประกอบด้วย

1. เป็นระเบียบเรียบร้อยเรียบร้อย/ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
2. จงรักภักดีต่อสถานที่ทำงานและเพื่อนร่วมงาน/ไม่จงรักภักดีต่อ

สถานที่ทำงานและเพื่อนร่วมงาน

3. สนุกสนานร่าเริง/ไม่สนุกสนานร่าเริง
4. ดูแลสนใจ เอาใจจริงเอาใจ/ดูแลน้อยหน้า

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือ

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับความหมายของคำว่าประสิทธิภาพ แตกต่างกันไป ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 667) ได้ให้ความหมายของคำว่า
ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2542, หน้า 61) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพ
สื่อการเรียนการสอนไว้ว่า เป็นความสามารถของสื่อการเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงเกณฑ์ที่คาดหวังได้ เมื่อพิจารณา
บทเรียนจากความหมาย ดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่าการดำเนินการสร้าง
บทเรียนคอมพิวเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพตรงตามจุดประสงค์ เนื้อหาวิชา กระบวนการ
เรียนรู้ เกณฑ์มาตรฐานและการประเมินเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้สื่อการเรียน
การสอนเกิดประสิทธิภาพ

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2546, หน้า 213) ได้ให้ความหมายของเครื่องมือ
ไว้ว่า เป็นการประเมินผลสื่อการสอนว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างไรเพื่อเป็นหลักประกันว่า
สื่อการสอนนี้มีประสิทธิผลในการเรียนการสอน โดยจะต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อ
ซึ่งได้จากการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นกระบวนการกับพฤติกรรมขั้นตอนสุดท้าย
ซึ่งเป็นผลลัพธ์โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อเป็น E_1/E_2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะต้อง
กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน หรือการประกอบกิจกรรม
ของผู้เรียนทั้งหมด (E_1) ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด (E_2)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2544, หน้า 127) ได้ให้ความหมายของเครื่องมือ ไว้ว่า
เป็นการประเมินสื่อการเรียนการสอนว่าเป็นการพิจารณาหาประสิทธิภาพและคุณภาพของ
สื่อการเรียนการสอน ดังนั้น การประเมินสื่อจึงเริ่มด้วยการกำหนดปัญหา หรือคำถาม
เช่นเดียวกับการวิจัย ด้วยเหตุนี้การประเมินสื่อจึงเป็นการวิจัยอีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า
“การวิจัยประเมิน” (Evaluation Research)

สุชาติ กิระนันท์ (2544, หน้า 32) ได้ให้ความหมายของเครื่องมือ ไว้ว่า
ความสามารถของบทเรียน ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
ตามจุดประสงค์ ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังโดยครอบคลุม ความเชื่อถือได้ ความพร้อม
ความมั่นคงปลอดภัย และความถูกต้องสมบูรณ์ ดังนั้นประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอน
จึงต้องเริ่มจาก การตรวจสอบคุณภาพ และหาค่าความเชื่อมั่นให้ได้มาตรฐานก่อนนำไปใช้
โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวในเบื้องต้น

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของเครื่องมือ คือ ประสิทธิภาพของเครื่องมือ
ที่ประเมินได้จากผลรวมของกระบวนการขั้นสุดท้าย ได้แก่ การทดสอบหลังเรียนประจำ

หน่วยการเรียนรู้ และผลลัพธ์ที่เกิดจากสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยเสนอในรูปแบบของร้อยละ 2 คือ ร้อยละของกระบวนการขั้นสุดท้าย/ร้อยละของผลลัพธ์ หรือแทนด้วย E_1/E_2 ซึ่ง E_1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้ายผลลัพธ์ กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 9) หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้น สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความดีที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่า ประสิทธิภาพเป็น E_1 ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ และพฤติกรรมสุดท้าย (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 จะประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนของการทำงานและการทำกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ตัวอย่าง 80/80 หมายถึง เมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้วผู้เรียนมีความสามารถที่จะทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมิน หลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% ในการกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสมโดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิหทยพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain)

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัยจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียนจึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้หลากหลายเรื่อง ดังนี้

นัสรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 5) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมืองจังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลาก (Simple Random Sampling) โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้, ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มี ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

นงนุช เอกตระกูล (2558, หน้า 4) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 งานวิจัยนี้

มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการสอน
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 1) ศึกษาข้อมูล
และแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษา 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และนำไป
ทดลองใช้ 3) นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ไปใช้โดยทำการศึกษากับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558
จำนวน 51 คน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest
– Posttest Design) ใช้เวลาในการทดลอง 6 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า และแบบบันทึกกิจกรรม
4) ประเมินประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยมีการวัดข้อมูล
ด้วยสถิติพื้นฐานเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ Dependent t-test
และแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาประกอบด้วยการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการใน 4 กลุ่มสาระได้แก่
กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาผสมผสาน
อย่างลงตัวเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียน
เกิดการเชื่อมโยงความรู้ของตนไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิด
อย่างเป็นระบบ

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนแบบการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนเรียนแบบการจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒผล, วิชัย วงษ์ใหญ่ และศรีสมร พุ่มสะอาด
(2558, หน้า 62-74) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับ
ผู้เรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทาง
การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียน ระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการ
วิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กับสะเต็มศึกษา 2) จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาขาวิชา คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบ ทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความ เข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจ ระดับของการบูรณาการทั้ง 4 ระดับ ดังกล่าวให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้สอนทั้ง 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีควรวางแผนในการจัดการเรียนรู้ ร่วมกัน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง ผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายและวัดหลายครั้ง

วรรณธนะ บัดชา และสิบสกุล อยู่ยืนยง (2559, หน้า 830-839) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนแบบสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรสวรรค์ สองแคว และอังคณา อ่อนธานี (2560, หน้า 210) ได้ศึกษา การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักร ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อ ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่ามี ประสิทธิภาพ 79.21/76.30 ผลการเรียนรู้ระหว่างการเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนตอบและถามคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม อธิบายผลการทดลองและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการนำความรู้ ความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และการงานอาชีพและเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการสร้าง ชิ้นงาน ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม นักเรียนมีคะแนนวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีผลการประเมิน กระบวนการสร้างชิ้นงานจากหน่วยการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี

รักษ์ศิริ จิตอารี วิจิตร อุคย้าย และวาริรัตน์ แก้วอุไร (2560, หน้า 202) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะ ที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียน จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ชั้น ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า รูปแบบ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.55) ผลการทดลอง พบว่านักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแยกเป็นรายด้าน ด้านการระบุคำถาม ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการอธิบาย ปรัชญาการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

รัตน์ดาวัล วรรณปะเถาว์ และประสาท เนื่องเฉลิม (2560, หน้า 137) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทาง สะเต็มศึกษา พบว่าเมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิด เป็นร้อยละ 69.38 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ คิดเป็นร้อยละ 69.58 แบ่งการสอนออกเป็น 2 วงจร วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัด

การเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตาม
แนวทางสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อสิ้นสุดวงจร
ปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.00 ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ คิดเป็นร้อยละ 79.17

น้ำฝน คุณเจริญไพศาล และคณะ (2560, หน้า 23) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปรรูป
น้ำยางพารา ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
พบว่าผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปรรูปน้ำยางพารา
โดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียน
ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแปรรูปน้ำยางพารา ซึ่งได้จากการประเมินผล 3 ส่วน
ได้แก่ คำถามท้ายกิจกรรม ผลงานของนักเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 70.18 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุด
กิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

วิรัชชณา จิตรรักศิลป์ (2560, หน้า 87) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง
การเคลื่อนที่ และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการ
จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงานกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 76.56/78.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
ไว้คือ 75/75 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูง
กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการศึกษาคความพึงพอใจของ
นักเรียน อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศพบว่า มีนักวิชาการและ
นักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้
หลากหลายเรื่อง ดังนี้

Tseng, Chang, Lou, & Chen (2011, pp. 87–102) ได้ศึกษาเจตคติต่อ
การบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ สะเต็มศึกษา

ในการเรียนรู้แบบโครงการ โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐานที่บูรณาการสะเต็มศึกษาเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ ในสถาบันเทคโนโลยีในประเทศไทยได้หวน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยโครงการเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษา คือ ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ทางด้านสะเต็มศึกษาจะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ สามารถสร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาในภายภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

Asghar, Ellington, Rice, Johnson & Prime (2012, pp. 85–126) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมสำหรับครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้สถานการณ์ที่เน้นปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาแนวคิดหลักในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาที่มีต่อการบูรณาการสะเต็มศึกษา อุปสรรคของการใช้การจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานผู้วิจัยศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยการสัมภาษณ์ สักรวจ การสนทนากลุ่ม ศึกษาความเข้าใจ และการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาของครูเพื่อใช้ในการบูรณาการรายวิชาสะเต็ม ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาของครูโดยการสังเกตพฤติกรรมของครู การสนทนาเมื่อสิ้นสุดการอบรมเชิงปฏิบัติการ และสัมภาษณ์ครู จำนวน 12 คน เป็นเวลา 15–20 นาที และให้ครูสะท้อนผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาโปรแกรมสำหรับครูเพื่อยกระดับความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียน นอกจากนี้ควรพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในอนาคต

Corbett (2013) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM EDA (STEM Explore, Discover, Apply) ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สำหรับนักเรียนที่เรียน STEM ใน Middle School โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักเรียนในระดับ Grade 6 (Explore), Grade 7 (Discover), Grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่

ละเรื่อง 3 ซึ่งผลจากการวิจัยการใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

Billiar, Hubelbank, Oliva & Camesano (2014, pp. 1–21) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรนวัตกรรมตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูที่สอนนักเรียนระดับประถมศึกษาเกรด 12 โดยสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวในการเรียนรู้เป็นความท้าทายอย่างต่อเนื่องสำหรับครู การสร้างบทเรียนเหล่านี้ในขณะที่มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบการเรียนรู้ เวลา การจัดการเรียนรู้ และการออกแบบที่ท้าทายสำหรับครูตระหนักถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างการออกแบบหลักสูตรและการออกแบบทางวิศวกรรม เราจึงตั้งเป้าหมายว่ากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (EDP) สามารถใช้เป็นวิธีการใหม่ที่มีประสิทธิภาพและมีเหตุผลสำหรับการพัฒนาบทเรียนแบบสะเต็มศึกษา การใช้ EDP เป็นรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ขึ้นอยู่กับทฤษฎีวรรณคดีที่มีอยู่ในปัจจุบันว่าผู้เรียนเรียนรู้อย่างไร โดยเฉพาะการระบุนักเรียนและครูเป็นลูกค้าสำหรับกระบวนการออกแบบเป็นวิธีการเรียนรู้เป็นศูนย์กลางและการเรียนรู้จากปัญหา (PBL) ส่งเสริมการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา ในบริบทของปัญหาที่แท้จริง เพื่อพัฒนากระบวนการนี้ในทางปฏิบัติเราได้ร่วมมือกับครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษา 15 คน ภายในเวลามากกว่า 3 ปี เพื่อสร้างโมดูลการเรียนรู้ที่ใช้งานได้เพื่อสอนนักเรียนที่มากกว่า 2,000 คน

Ceylan, & Ozdilek (2015, pp. 223–228) ได้ศึกษาการพัฒนาตัวอย่างแผนการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ด้วยสะเต็มศึกษา มีจุดมุ่งหมายของงานวิจัยในครั้งนี้ คือ เพื่อนำเสนอตัวอย่างแผนการสอน เรื่อง กรด-เบส ด้วยสะเต็มศึกษา สำหรับระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยการกำหนดเครื่องมือการเรียนรู้จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จัดขึ้นด้วยขั้นตอนการสอนแบบ 5E ในขั้นแรกได้มีการประเมินความรู้ของนักเรียน ด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ หลังจากจัดการเรียนรู้ มีการทดสอบด้วยคำถามเดิม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Wilcoxon Signed Ranks Test สำหรับตัวอย่างที่ได้ทดสอบแบบเป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบ Kappa test ของโคเฮน ถูกนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS 20.00 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการวิจัย

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนดั่งนั้นแผนการสอน
ด้วยบทเรียนตัวอย่างนี้มีผลอย่างมากต่อระดับผลการเรียนของนักเรียน

Jagannathan, Michael, & Delacalle (2018, p. 53) ได้ศึกษาประสิทธิผล
ของ Head-Heart-Hands Model เรื่อง ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนที่อยู่ในเมือง อธิบายโครงการด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า Nurture
thru Nature (NtN) ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ปรับปรุงผลการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในชุมชนที่ด้อยโอกาสและเพิ่มขึ้น นักศึกษาที่สนใจในสาขาวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โปรแกรมตั้งแนวความคิดจากแบบจำลอง
Head-Heart-Hands ในการศึกษาในปัจจุบันเพื่อส่งเสริมความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อม
และความยั่งยืน ใช้การออกแบบเชิงทดลองและข้อมูลจากกลุ่มผู้ร่วมกลุ่ม 7 คน
ของนักเรียนพบว่า มีแนวโน้มบางอย่างแม้ว่าเบื้องต้นข้อบ่งชี้ว่าโปรแกรมสามารถ
เพิ่มความคิดเห็นของนักเรียน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลการเรียนในสาขา
คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และภาษาศาสตร์สูงขึ้น เราได้กล่าวถึงการปรับตัวเป็นพิเศษ
ว่าโปรแกรมการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนต้องรวมเอาไว้หากพวกเขา
ประสบความสำเร็จในปัจจุบันทรัพยากรขาดแคลนโรงเรียนในเมือง

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษา เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนสามารถ
ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ค้นคว้าหาความรู้และสามารถหาวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
ที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ส่งผลให้ระดับผลการเรียนของนักเรียน
ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษา มีความกระตือรือร้น สนุกสนาน มองเห็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยี
และการออกแบบทางวิศวกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม