

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาวิจัย เรื่องการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ด้วยการจัดการเรียนตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 สารสำคัญของวิชาฟิสิกส์ในหลักสูตร

วิชาฟิสิกส์ เป็นรายวิชาหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีได้มุ่งหวังให้เป็นแหล่งสะสม ความรู้สำหรับให้นักเรียนท่องจำ แต่มุ่งกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้ อยากเห็น อยากทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ ด้วยตัวของตนเอง โดยใช้ความคิดหาเหตุผลค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง หรือ บางครั้งอาจค้นหาผลสรุปจากการทำการทดลอง ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักพึ่ง ตัวเองให้มากขึ้นโดยพยายามสนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบปัญหาและการทำการทดลอง ครูควรใช้การบอกโดยตรงให้น้อยลงและใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหลักสูตรได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

2.1.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

2.1.1.1 เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์

2.1.1.2 เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี

2.1.1.3 เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่คิดว่าขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด

2.1.1.4 เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.1.5 เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ

2.1.1.6 เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

2.1.1.7 เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล

2.1.1.8 เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

2.1.1.9 เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรจะเห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นครูต้องมุ่งให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายข้อใดบ้าง ซึ่งให้กิจกรรมการเรียนการสอนนั้นครอบคลุมตามจุดมุ่งหมายที่จะเป็นไปได้นั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาในแต่ละข้อของจุดมุ่งหมาย

2.1.2 ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจะให้เกิดกับผู้เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรได้กำหนดไว้ดังนี้

2.1.2.1 อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ปริมาณกายภาพและหน่วยในระบบเอสไอ

2.1.2.2 อธิบายการวัดปริมาณกายภาพต่างๆต้องพิจารณาความคลาดเคลื่อนในการวัด และนำความคลาดเคลื่อนจากการวัด และนำความคลาดเคลื่อนจากการวัด มาพิจารณาในการนำผลการเขียนกราฟ รวมทั้งมีทักษะในการรายงานการทดลอง

2.1.2.3 อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

2.1.2.4 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัว

2.1.2.5 อธิบายแรงและหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง

2.1.2.6 อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.1.2.7 อธิบายกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

2.1.2.8 อธิบายแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง

2.1.2.9 วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2.1.2.10 วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม

2.1.2.11 วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

จากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังพอสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง นักเรียนต้องสามารถบอกเกี่ยวกับความหมาย อธิบาย วิเคราะห์ ในหัวข้อที่เรียนได้ ซึ่งเนื้อหาที่เรียนจะครอบคลุมในผลการเรียนรู้

2.1.3 สารการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสารการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไว้ดังนี้

2.1.3.1 ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาหากฎต่างๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลต่างๆ จากการวัดปริมาณกายภาพด้วยเครื่องมือโดยตรงหรือทางอ้อม ปริมาณที่วัดได้ประกอบด้วยค่าที่เป็นตัวเลขและหน่วยในระบบเอสไอ

2.1.3.2 การทดลองมีความสำคัญต่อการค้นหาความรู้ ข้อมูลที่ละเอียดและแม่นยำจะทำให้ได้ข้อสรุปที่นำไปสู่การค้นพบใหม่ แต่ในการวัดจะมีความคลาดเคลื่อน จึงควรบันทึกผลการวัดอย่างเหมาะสมซึ่งนำไปใช้ในการนำเสนอผล การเขียนกราฟและลงข้อสรุป รวมทั้งมีทักษะในการรายงานผลการทดลอง

2.1.3.3 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง

2.1.3.4 ในการเคลื่อนที่แนวตรงของวัตถุด้วยความเร่งคงตัว การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง

2.1.3.5 แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร่ง การแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุอาจทำได้โดยวิธีการสร้างรูปและการคำนวณ

2.1.3.6 การเคลื่อนที่โดยทั่วไปของวัตถุจะเกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเป็นกฎที่ใช้อธิบายการเคลื่อนที่ดังกล่าว

2.1.3.7 วัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะมีแรงกระทำร่วม ซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล โดยมวลที่หนึ่งดึงดูดมวลที่สองและมวลที่สองดึงดูดมวลที่หนึ่งด้วยแรงขนาดเท่ากันในแนวเดียวกันแต่ทิศทางตรงข้าม แรงที่กล่าวนี้ เป็นไปตามกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

2.1.3.8 วัตถุสองก้อนที่สัมผัสกัน จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างผิววัตถุสองก้อนในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ

แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะอยู่นิ่ง เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.1.3.9 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางเป็นพาราโบลา ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวตั้งและแนวระดับพร้อมกัน การเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้มีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว

2.1.3.10 การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมหรือเป็นส่วนหนึ่งของวงกลม โดยมีแรงกระทำเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง

2.1.3.11 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางกลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมโดยผ่านตำแหน่งสมดุลและมีคาบคงตัว และมีความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล

จากสาระการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ที่กำหนดไว้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 “การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ” เป็นสาระการเรียนรู้ที่ถือว่าเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญ และจำเป็นต้องให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะช่วยให้สามารถเรียนรู้สาระอื่น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภักตร์ชัย (2556, น. 50) “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Intergration) ระหว่างสาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S), เทคโนโลยี (Technology: T), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้ในหลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ

มนตรี จุฬารัตน (2556) “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) ว่าเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาสายวิทยาศาสตร์แบบใหม่ ที่เน้นการบูรณาการ การเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา และเป็นการศึกษาตลอดชีวิต เพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, น. 1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่เป็นการผนวก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ไว้ด้วยกันนั้น อาจกำลังเป็นที่สงสัยสำหรับ ผู้สอน ทั้งในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการทำงานอาชีพและเทคโนโลยีว่าจะนำแนวทางนี้ไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างไร บทความฉบับนี้ จึงได้นำเสนอรูปแบบการบูรณาการแนวคิดของสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ที่สามารถบูรณาการได้หลากหลายแบบ และจะได้นำเสนอหลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถามแก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

กล่าวโดยสรุป คือ STEM Education คือการสอนแบบบูรณาการข้าม กลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่าง ลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนา ทักษะสำคัญในโลก

โลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับ ศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (Dejarnette, 2012, Wayne, 2012, Breiner, Harkness, Johnson and Koehler, 2012)

2.2.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีลักษณะ 5 ประการ คือ

2.2.2.1 เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ

2.2.2.2 ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวัน

และการทำอาชีพ

2.2.2.3 เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

2.2.2.4 ทำทลายความคิดของนักเรียน

2.2.2.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา

2.2.3 จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน

ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) การบูรณาการแบบพหุวิทยา (Multidisciplinary-Integration), การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration)

2.2.3.1 การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ตามรายวิชาของตนเอง

2.2.3.2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

2.2.3.3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา

เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

2.2.3.4 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือ Theme ของปัญหา กว้าง ๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ (1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ (2) ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (3) ความรู้เดิมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบ (Problem/ Project-Based Learning: PBL) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา จำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ มีขั้นตอนดังนี้ (1) การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันค้นหาปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นเลือกวิธีหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว (2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาเหตุและผลประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการเลือกวิธีในการแก้ปัญหา (3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นตอนที่ต้องกำหนดขั้นตอนในกระบวนการ กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาที่ชัดเจน ออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อให้ตอบสนองต่อแนวคิดในการแก้ปัญหา (4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนเพื่อสร้างแบบทดสอบหรือแบบประเมินโดยใช้เพื่อแก้ไขปัญหาและนำผลที่ได้มาประยุกต์แก้ไขและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น (5) นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) เป็นการนำเสนอหลังจากการพัฒนาและปรับปรุงตามแบบประเมินที่มีประสิทธิภาพแล้วผู้เรียน จะต้องทำการนำเสนอและออกแบบวิธีนำเสนอนวัตกรรมเหล่านั้นที่น่าสนใจ

กล่าวโดยสรุปคือ การจัดการเรียนรู้จากแนวคิดในทางการจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และมีทักษะในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มาใช้ในเชิงบูรณาการเพื่อพัฒนา นวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

2.3.1 ความหมายของการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

ทิวต์ลั มณี โชติ (2549, น. 4) การประเมิน เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการวัด คือการนำ ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการวัดมาตีค่าอย่างมีเหตุผล โดยเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่ กำหนดไว้

ปราณี กองจินดา (2549, น. 42) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือ ผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตาม ลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่าง

กาญจนา กาฬภักดี (2550, น. 11) ผลสัมฤทธิ์หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จาก การทำงาน ที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทาง ร่างกาย หรือสมอง ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัย ทดสอบ เช่น จากการสังเกตหรือการตรวจการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้มาจากโรงเรียน ซึ่งอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและช่วงเวลาในการประเมินอันยาวนาน หรืออีกวิธีหนึ่งอาจวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอมอร จังศิริพรปกรณ (2550, น. 3) กระบวนการรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลสารสนเทศ อย่างเป็นระบบทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยกำหนดเกณฑ์เชิงคุณลักษณะสำหรับใช้ในการ ตัดสินใจเกี่ยวกับผู้เรียน แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนเกี่ยวกับความก้าวหน้า จุดเด่น และ จุดด้อย ใช้ตัดสินประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความเพียงพอของหลักสูตร ตลอดจนใช้ชี้แนะนโยบาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความเพียงพอของหลักสูตร ตลอดจน ใช้ชี้แนะนโยบาย

พัฒนพงษ์ สีกา (2551, น. 32) ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ผลที่เกิดจากการกระทำของบุคคล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเนื่องจากการได้รับประสบการณ์โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือ จากการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสามารถประเมินหรือวัดประมาณค่าได้จากการทดสอบ หรือ การสังเกตพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง

นพคุณ แดงบุญ (2552, น. 61) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ร่างกายมนุษย์ ผลการศึกษาพบว่า หลังจากนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายมนุษย์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรทัย จันใด (2553, น. 18) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้หรือทักษะซึ่งเกิดจากการกระทำที่ประสานกันต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบทางด้านที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ใช้สติปัญญา แสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วย เครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

พรณวิไล ชมชิด (2557, น. 181) การประเมินผลมีจุดมุ่งหมาย เพื่อสะท้อนสมรรถนะ ภาพความรู้ความสามารถ ทักษะกระบวนการ และเจตคติของผู้เรียน ให้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด และใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้ของผู้เรียน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การประเมินผลเป็นกระบวนการที่ทำอย่างต่อเนื่องจากการวัดผล ซึ่งมีการตัดสินใจ ข้อสรุป ความเหมาะสม เกี่ยวกับหลักการวัดผล โดยที่จะสะท้อนเกี่ยวกับความสามารถ ทักษะกระบวนการของผู้เรียน ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะประสบผลสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อมีความรู้ ความสามารถ ทักษะกระบวนการ โดยอาศัยความสามารถของแต่ละบุคคลที่สามารถจะเรียนรู้ด้วยตนเองหรือเกิดจากการเรียนรู้ในชั้นเรียนและสามารถวัดผลจากการประมาณค่าและการทำแบบทดสอบ

2.3.2 ลักษณะของการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 16-23) ลักษณะและรูปแบบในการวัดและประเมินผล การศึกษาถ้าจะจำแนกหรือจัดประเภทแล้วมีอยู่หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้และหลักการที่ยึด สำหรับการอธิบายกรอบแนวคิดและวิธีการหรือแนวทางที่ต้องปฏิบัติ ตามเป้าหมายของแต่ละลักษณะและรูปแบบนั้น ๆ พอสรุปได้

2.3.2.1 ลักษณะและรูปแบบ ระยะเวลา การวัดและประเมินผลการศึกษาในลักษณะนี้ มุ่งเน้นที่ระยะเวลาของกระบวนการจัดการเรียนการสอน จำแนกได้ 3 ระยะเวลา คือ การวัดและประเมินก่อนเรียน การวัดและประเมินระหว่างเรียน และการวัดและประเมินเมื่อสิ้นสุดการเรียน ซึ่งลักษณะและรูปแบบนี้ ถือเป็นแกนหลักในการพิจารณา เพราะมีเป้าหมายหรือจุดประสงค์ในแต่ละระยะที่ชัดเจน มีความสอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติจริงในการจัดการเรียนการสอน

1) การวัดและประเมินก่อนเรียน เป็นการวัดเพื่อหาข้อมูล/สารสนเทศเบื้องต้นของผู้เรียนสำหรับการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นที่ความพร้อมของผู้เรียน ซึ่งจะพิจารณาในสองลักษณะ คือ ความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียน และความรู้และทักษะในสาระการเรียนรู้เบื้องต้น

2) การวัดและประเมินระหว่างเรียน เป็นการวัดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าและการบรรลุผล ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยมุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนหรือความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) การวัดและประเมินเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ เป็นการวัดเพื่อสรุปผลการเรียน/ตรวจสอบความสำเร็จของผู้เรียน เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยมุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ในชั้นเรียนหรือระดับช่วงชั้น เพื่อการสรุปผลและตัดสินผลความสำเร็จของผู้เรียน

ลักษณะและรูปแบบการวัดและประเมินผลการศึกษาที่มีความมุ่งหมายมุ่งเน้นที่กระบวนการวัดและประเมิน เพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน และการตัดสินผลการเรียนในทางปฏิบัติ นิยมดำเนินการในสองลักษณะ คือ การวัดและประเมินความก้าวหน้า (Formative-Assessment) และการวัดและประเมินสรุปรวม (Summative Assessment)

2.3.2.2 ลักษณะและรูปแบบกลุ่มพฤติกรรม การวัดและประเมินผลการศึกษาในลักษณะนี้มุ่งเน้นตามกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เป็นจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษา จำแนกได้เป็น 3 ลักษณะใหญ่ คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านเจตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งลักษณะและรูปแบบนี้ เป็นที่นิยมใช้ในการสอบวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน

1) การวัดและประเมินด้านพุทธิพิสัย เป็นการวัดคุณลักษณะด้านสติปัญญาที่บ่งบอกความสามารถทางสมองหรือทางความคิด เพื่อการเรียนรู้และรับรู้สาระ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ จำแนกลักษณะย่อยได้เป็น 6 ระดับพฤติกรรม คือ

1.1) ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถในการระลึกเรื่องราวข้อเท็จจริงและประสบการณ์ จากการสอนและการฝึกฝนในลักษณะ ความรู้ในเนื้อเรื่อง ความรู้ในวิธีการดำเนินการ และความรู้รวบยอด

1.2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการอธิบาย สรุปสาระ และการคาดคะเน เหตุการณ์หรือเรื่องราว โดยการแปลความ ตีความ และขยายความ

1.3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้

ความเข้าใจในสถานการณ์ เรื่องราว ข้อเท็จจริง ไปแก้ปัญหาโดยการปฏิบัติหรือกระทำอย่างมีขั้นตอนในสถานการณ์จริงหรือที่คล้ายคลึงกัน

1.4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจำแนกประเด็น ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของเรื่องราว เหตุการณ์ การปฏิบัติหรือการกระทำตลอดจน ความคิดและข้อเท็จจริง อย่างมีเหตุมีผล

1.5) การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานประเด็น และองค์ประกอบย่อย ให้เป็นเรื่องราว โดยการหาข้อยุติ ข้อสรุป โดยการเปรียบเทียบ วางแผน อภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นต่อข้อเท็จจริงและสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนการแสดงออกในเชิงสร้างสรรค์

1.6) การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัย สรุปผล หรือตัดสินคุณค่าของเรื่องราว ความคิด การกระทำ และเหตุการณ์อย่างถูกต้องและมีหลักเกณฑ์ คุณลักษณะด้านพุทธิพิสัย มีความสำคัญต่อศักยภาพผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะ การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่เน้นระดับพฤติกรรมที่ต้องการ ในทางปฏิบัติการวัดและ ประเมินผลการศึกษาลักษณะนี้ มุ่งจัดกระทำใน 2 ลักษณะ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ ถนัดทางการเรียน การวัดผลสัมฤทธิ์ ทางเรียน เป็นการวัดและประเมินพฤติกรรมความสามารถจาก การเรียนการสอนของบุคคล โดยมุ่งเน้นความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ การฝึกฝน ในแต่ละวิชา หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ การวัดความถนัดทางการเรียน เป็นการวัดและประเมินศักยภาพบุคคลโดย มุ่งเน้นลักษณะความสามารถพื้นฐานที่มีอยู่ในตัวบุคคล หรือที่เกิดจากการสร้างสมประสบการณ์ ของบุคคล

2) การวัดและประเมินด้านเจตพิสัย เป็นคุณลักษณะด้านจิตใจ ความรู้สึกที่บ่งบอก พฤติกรรมเกี่ยวกับเจตคติ ค่านิยม และคุณธรรมของบุคคล จำแนกได้ 5 ระดับ คือ การรับรู้ (Receiving) การตอบสนอง (Responding) การสร้างคุณค่า (Valuing) การจัดระบบคุณค่า (Organization of Values) และ การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization by a Value) ในทางปฏิบัติ การวัดและประเมินคุณลักษณะด้านเจตพิสัย นิยมมุ่งเน้นในความรู้สึกและการประพฤติปฏิบัติใน 5 ลักษณะ คือ ความสนใจ เจตคติค่านิยม คุณธรรมและจริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์

2.1) ความสนใจ (Interest) เป็นความรู้สึกที่ชื่นชอบ (Preference) และความ ต้องการของบุคคลในการตัดสินใจเลือกกิจกรรมหรือศึกษาสิ่งหนึ่งสิ่งใด

2.2) เจตคติ (Attitude) เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อบุคคล หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใด ที่เกิดจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้ โดยจะแสดงพฤติกรรมในทางสนับสนุนหรือคัดค้าน

2.3) ค่านิยม (Value) เป็นความรู้สึกรักของบุคคลต่อลักษณะพฤติกรรมกระทำ หรือการประพฤติปฏิบัติทางสังคม

2.4) คุณธรรมและจริยธรรม (Moral and Ethics) เป็นพฤติกรรมหรือการกระทำ ของบุคคลในการพิจารณาตัดสินเพื่อการประพฤติปฏิบัติตามหลักการและเหตุผลทางศาสนาและ วัฒนธรรม

2.5) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Characteristics) เป็นบุคลิกลักษณะ ลักษณะ นิสัยของบุคคล หรือคุณลักษณะที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนตามหลักสูตร ตามปรัชญา หรือคตินิยมของสถานศึกษาที่กำหนดไว้

3) การวัดและประเมิน ด้านทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมความสามารถในการใช้ กลไกทางร่างกาย และการประสานงานของประสาท กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการ กระทำการปฏิบัติและทักษะของบุคคลในหลายลักษณะตามกรอบและแนวคิด ในทางปฏิบัติการวัด และประเมินด้านทักษะพิสัย มุ่งเน้นใน 4 ลักษณะ คือ ทักษะเบื้องต้น ทักษะกลไกทางกาย ทักษะ ทางสมอง และทักษะการปฏิบัติ

3.1) ทักษะเบื้องต้น (Basic Skill) เป็นความพร้อมของบุคคลที่แสดงทักษะ ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อในการออกกำลังที่แสดงถึงพลังกำลัง ความทนทาน และความแข็ง ของกล้ามเนื้อเล็ก-ใหญ่ และการประสานงานของอวัยวะกับระบบประสาทที่เกี่ยวข้องการเคลื่อนไหวที่ ไหวของอวัยวะกับประสาทสัมผัสทั้งห้า

3.2) ทักษะกลไกทางกาย (Physical Skill) เป็นความสามารถทางการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อในการออกกำลังที่แสดงถึงพลังกำลัง ความทนทาน และความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อ ตลอดจนความคล่องตัว ความอ่อนตัวของร่างกาย ในทักษะการเคลื่อนไหวและทักษะ กีฬา (Sport Skills)

3.3) ทักษะทางสมอง (Cognitive Skill) เป็นความสามารถที่แสดงทักษะทาง สมองของบุคคลในการคิด (ทักษะการคิด) การสื่อสาร (ทักษะสื่อสาร สื่อความ) และด้านการระบวน การ (ทักษะกระบวนการ) หรือรูปแบบในลักษณะอื่น

3.4) ทักษะการปฏิบัติ (Performance Skill) เป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ การในการทำงานเพื่อการปฏิบัติงานวิชาชีพ โดยมุ่งเน้นการทำงานของกล้ามเนื้อ อวัยวะ กับการใช้ เครื่องมือ และการปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นนิสัย 3 ลักษณะและรูปแบบวิธีการ สอบ การวัดและประเมินผลการศึกษาลักษณะนี้มุ่งเน้นที่วิธีการสอบวัดที่ใช้ในการจัดการเรียนการ สอน จำแนกได้ 4 ลักษณะ คือ การสอบปากเปล่า การสอบภาคปฏิบัติ การสอบข้อเขียน และการ ตรวจสอบประเมินผลงาน

1. การสอบปากเปล่า (Oral Test) เป็นการซักถาม สนทนา หรือนำเสนอ เพื่อบอกและค้นหาข้อเท็จจริง/สาระความรู้ตามขอบข่าย/ข้อกำหนดที่ต้องการ โดยการสอบถาม-ตอบ

2. การสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) เป็นการให้ปฏิบัติจริงหรือลงมือทำจริงเพื่อผสมผสานภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติเข้าด้วยกัน โดยมีชิ้นงานหรือผลงานบ่งบอกความสำเร็จ ในระบบโรงเรียนจัดเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มุ่งพิจารณา วิธีการปฏิบัติ (Procedure) ผลงาน (Product) และลักษณะนิสัย (Characteristic)

3. การสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test or Written Test) เป็นการวัดและประเมิน โดยให้เขียนตอบ (Constructed-Response Items) แบบตอบสั้น (Short Item) หรือแบบเติมคำ (Completion) แบบตอบยาว (Essay Item) และแบบให้เลือกตอบ (Selected-Response Item) ซึ่งมีทั้งแบบถูกผิด จับคู่ และแบบเลือกตอบ

4. การตรวจประเมินผลงาน เป็นการประเมินตรวจสอบผลงานการปฏิบัติ ตามสภาพจริงจากการให้ปฏิบัติโครงการ จัดทำแฟ้มสะสมงาน หรือการปฏิบัติภาคสนาม ซึ่งต้องอาศัยเทคนิควิธีการสังเกต สัมภาษณ์ วิเคราะห์เอกสารหรือผลงาน ตลอดจนใช้เครื่องมือที่เป็นแบบบันทึก แบบประเมิน มาตรฐานในการตรวจสอบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและตัดสินผลลักษณะ และรูปแบบการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ถ้าพิจารณาตามหลักการและแนวคิดของการวัดและประเมินตามหลักสูตรที่ผ่านมา ซึ่งแยกวิธีการของระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา กับหลักสูตรที่กำลังปฏิบัติอยู่ ที่รวมระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาเป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้ว จะมีทั้งความเหมือนและความแตกต่างกัน ในหลักการแนวคิดตลอดจนเป้าหมายและจุดเน้นของการวัดและประเมินในระดับประถมศึกษานั้นควรที่จะได้ศึกษาสาระและพินิจพิจารณาวิธีการต่อไป

วนิดา ตีแป้น (2553, น. 22) ลักษณะของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายลักษณะ โดยจะกล่าวถึง 2 ด้าน ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมอง จำแนกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านความจำเป็นสิ่งที่สำคัญทางการเรียนความจำเป็นตัวเสริมให้เกิดความรู้ความสามารถในการเรียนความจำเป็นผลสัมฤทธิ์พื้นฐานก่อนการแสดง ความสามารถในระดับสูงขึ้น

1.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจเป็นการแสดงความสามารถในระดับสูงขึ้นกว่าความจำ

1.3 ผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้เป็นการนำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นการบรรลุจุดมุ่งหมายของการนำไปใช้

1.4 ผลสัมฤทธิ์ด้านการวิเคราะห์ เป็นการแยกแยะเนื้อหาให้เป็นส่วนย่อยแล้วระบุส่วนย่อยกับส่วนย่อย หรือส่วนย่อยกับส่วนใหญ่

1.5 ผลสัมฤทธิ์ด้านการสังเคราะห์ เป็นการนำสิ่งที่วิเคราะห์มาผสมผสานเป็นเรื่องใหม่

1.6 ผลสัมฤทธิ์ด้านการประเมิน ความสามารถในการประเมินเพื่อให้ได้คุณค่าบางอย่างถือว่าเป็นสุดท้ายของการพัฒนาทางสังคมของผู้เรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านจิตใจ เป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมและมีขอบเขต กว้างมาก ตั้งแต่การรับรู้จนถึงความพึงพอใจในคุณค่า แบ่งย่อยเป็น 5 ระดับ ดังนี้

2.1 ขั้นการรับรู้เป็นระดับต่ำ หมายถึง การที่บุคคลแต่ละคนเปิดใจอยากรับรู้ว่าจะเกิดอะไรขึ้นภายนอกบ้างคือการรู้ตัวและการตั้งใจรับรู้เพิ่ม

2.2 ขั้นการตอบสนอง เป็นขั้นที่นักเรียนได้แสดงตอบต่อคน สิ่งของและปรากฏการณ์

2.3 ขั้นการแสดงคุณค่าเป็นขั้นที่มีการรับรู้คุณค่า

2.4 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ของคุณค่าเป็นขั้นการสร้างความเข้าใจ

2.5 ขั้นการแสดงลักษณะ เป็นขั้นการแสดงบุคลิกนิสัยของบุคคลเหล่านั้นออกมา

กล่าวโดยสรุป ลักษณะของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายลักษณะ 2 ข้อคือ (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมอง (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านจิตใจ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมองก็จะได้แก่ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านจิตใจ จะเริ่มจากขั้นการเปิดใจอยากรับรู้สิ่งต่าง ๆ ซึ่งขั้นนี้จะเป็นการแสดงออกต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ได้รับรู้ ขั้นของการรับรู้คุณค่าของสิ่งที่ได้รับรู้ ขั้นของการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่รับรู้แล้วบันทึกไว้ในสมอง และขั้นสุดท้ายคือขั้นของการแสดงลักษณะนิสัยของแต่ละคนออกมา

สมชาย รัตนทองคำ (2554, น. 138) การวัดและประเมินทางการศึกษาการวัดผลทางการศึกษา เป็นกระบวนการวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนนิยมนิยามวัดผลการเรียนรู้เป็น 3 ด้านคือ พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งการวัดลักษณะของการวัดดังกล่าวมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1. เป็นการวัดทางอ้อม การวัดสติปัญญาซึ่งเป็นคุณลักษณะที่แฝงอยู่ในตัวบุคคล มักแสดงออกทางด้านพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ ดังนั้นการวัดผล จึงเป็นการวัดทางอ้อม โดยการสังเกตพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า เหตุการณ์ สภาพการณ์ที่ผู้ประเมินกำหนด (หรือสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการประเมินหรือสถานการณ์สมมติ)

2. ลักษณะการวัดมักไม่สมบูรณ์ เนื่องจากลักษณะการวัดส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ข้อสอบเป็นเครื่องมือหรือสถานการณ์สมมติ ซึ่งการสร้างข้อสอบแต่ละชุดก็เป็นการสุ่มตัวอย่างจากเนื้อหา (ไม่สามารถนำเนื้อหามาสอบได้ทั้งหมด) ถึงแม้จะใช้ข้อสอบชุดเดียวกันผู้ถูกวัดคนเดิมแต่วัดคนละเหตุการณ์ ก็จะได้ผลไม่ตรงกัน เนื่องจากธรรมชาติของบุคคลจะเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตลอดเวลา การวัดผลครั้งที่สองย่อมได้ผลที่ดีกว่าครั้งแรกเสมอ

3. ผลการวัดมักเป็นค่าคะแนนสัมพัทธ์ ที่เปรียบเทียบกับผู้สอบอื่นๆ ในกลุ่มเดียวกันหรือเปรียบเทียบระหว่างการสอนในแต่ละครั้ง และมีความคลาดเคลื่อนเสมอ ถึงแม้จะใช้เครื่องมือวัดที่มีมาตรฐานก็ตามลักษณะการประเมินผลทางการศึกษาที่นิยมใช้มี 2 ลักษณะคือ

3.1 ประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Evaluation) เป็นการประเมินผลระหว่างการจัดการเรียนการสอน นิยมใช้เพื่อตรวจสอบการเรียนรู้และความก้าวหน้าของผู้เรียนหรือปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน มักใช้แบบทดสอบ การสังเกต การซักถาม หรือเครื่องมือวัดอื่นๆที่เหมาะสม ระยะเวลามักทำเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนเรื่องหนึ่งๆ

3.2 การประเมินผลสรุป (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนมักทำปลายภาคการศึกษา และตัดสินผลการเรียน โดยมีเกณฑ์ตัดสินที่ชัดเจน เช่น การตัดสินแบบอิงกลุ่ม (เกรด A, B, C, D, F) การตัดสินแบบอิงเกณฑ์ (60 เปอร์เซ็นต์ สอบผ่าน) เป็นต้น โดยทั่วไปของการวัดสิ่งใดก็ตาม มักจะต้องกำหนดเป้าหมายหรือสิ่งที่จะวัดให้ชัดเจนว่าจะประเมินอะไรและประเมิน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถประเมินจากความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้น โดยที่การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นไปตามแนวคิดของ Bloom โดยเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้าน คือความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ในการวิจัยครั้งนี้

2.3.3 องค์ประกอบของการประเมินผลผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

พัชรณี ดวงเนตร (2552, น. 9) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าจัดการศึกษาในปัจจุบันถือเอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็น เครื่องบ่งชี้ถึงสภาพความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการจัดการศึกษา ดังนั้นภาระหน้าที่ที่สำคัญ ประการหนึ่งของครูคือการส่งเสริมและจัดปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียน ให้นักเรียนได้มี โอกาสพัฒนาให้ถึงขีดสุดตามศักยภาพของตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้เรียนรู้อย่างเต็มที่และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำมีอยู่ 2 ประการ

คือ องค์ประกอบทางด้านสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาโดยองค์ประกอบ ทั้ง 2 ประการมีบทบาทสำคัญพอ ๆ กันต่อการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำ

ขนิษฐา บุญภักดี (2552, น. 8) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีองค์ประกอบ 2 ประการ ได้แก่

(1) องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา (2) องค์ประกอบที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญา ผู้อำนวยการ ค้นคว้าเรื่องเด็กแห่งมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ สหรัฐอเมริกา ได้ สรุปถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉพาะในด้านที่มีได้เกี่ยวข้องกับ สติปัญญา ไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย (Physical Factors) ได้แก่ อัตราการ เจริญเติบโต สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และลักษณะทางร่างกาย

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้ (Love Factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดา มารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกใน ครอบครัว

3 องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม (Cultural and Socialization Factors) ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมเลี้ยงดู และฐานะเศรษฐกิจทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในหมู่เดียวกัน (Peer Group Factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งทางบ้านและทางโรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาตนเอง (Self Development Factors) ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ ทักษะคตินักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว (Self-Adjustment Factors) ได้แก่ ปัญหาการ ปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ เห็นได้ว่าองค์ประกอบทางด้านที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญามีอิทธิพล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีอยู่หลายประการทั้งที่อยู่ภายในตัวผู้เรียนและที่เกิดจาก สภาพแวดล้อม ภายนอก ซึ่งบางองค์ประกอบจะส่งเสริมการเรียนรู้ บางองค์ประกอบอาจเป็น อุปสรรคในการเรียนรู้

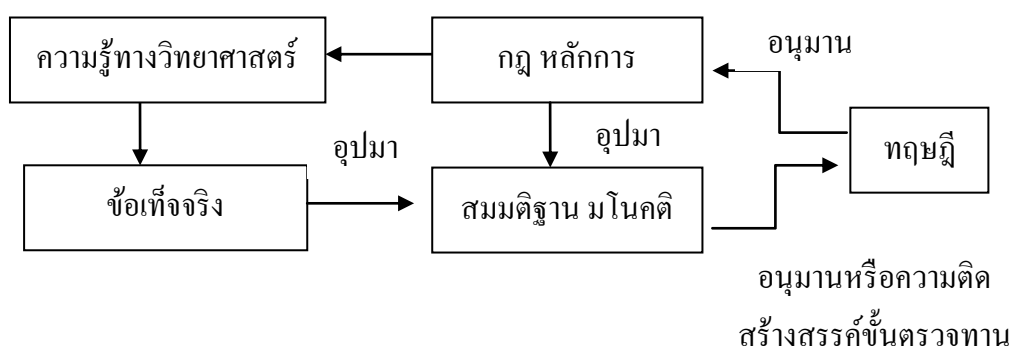
กล่าวโดยสรุป คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความเกี่ยวข้อง กับสติปัญญาโดยแบ่งออกเป็น 2 ประการ คือ องค์ประกอบทางด้านสติปัญญาและ องค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาโดยองค์ประกอบทั้ง 2 ประการมีบทบาทสำคัญต่อการทำ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำ

การประเมินผลเป็นกระบวนการที่ทำต่อเนื่องจากการวัดผลแล้ววินิจฉัย ตัดสินลงสรุป เพื่อพิจารณาความเหมาะสมหรือหาคุณค่าของคุณลักษณะและพฤติกรรมอย่างมีกฎเกณฑ์และมี คุณธรรม ซึ่งในการประเมินผลจะต้องมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ

1. การวัดผล (Evaluation) ทำให้ทราบสภาพความจริงของสิ่งที่จะประเมินว่ามีปริมาณเท่าไรมีคุณสมบัติอย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์
2. เกณฑ์การพิจารณา (Criteria) ในการที่จะตัดสินว่าสิ่งใดดีเลวใช้ได้ หรือใช้ไม่ได้ นั้นจะต้องมีหลักเกณฑ์หรือมีบรรทัดฐานที่ต้องการ โดยนำผลการวัดนั้นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือมาตรฐานที่ต้องการ เกณฑ์การพิจารณาในการประเมินผลการศึกษานั้นก็คือ จุดมุ่งหมายของการศึกษานั้นเองนั่นเอง
3. การตัดสินใจ (Decision) เป็นการชี้ขาดหรือสรุปผลที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างผลการปฏิบัติซึ่งได้จากการวัดกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าสูงต่ำกว่ากันขนาดไหน ทั้งนี้ตัดสินใจที่ดีต้องอาศัยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนทุกแง่มุม และกระทำอย่างยุติธรรมโดยอาศัยสภาพและความเหมาะสมต่าง ๆ ประกอบหรือต้องมีคุณธรรมจากความหมายของการวัดผลและการประเมินผล แสดงว่ากระบวนการทั้งสองต่อเนื่องกันไป กล่าวคือ เมื่อมีการวัดผลแล้วจะได้รายละเอียดหลายด้านแล้วนำผลทั้งหลายมาพิจารณาหรือที่เรียกว่าประเมินผลผลการประเมินจะถูกต้องเหมาะสมเพียงใดย่อมขึ้นกับผลการวัดเป็นประการสำคัญทั้งการวัดผล และการประเมินผลจึงสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน แต่อย่างไรก็ตามการวัดผลและการประเมินผลยังมีลักษณะรายละเอียดที่แตกต่างกัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) และสมมติฐาน (Hypothesis) แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์, โดย สมจิต สวชนไพบูลย์, 2535, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

2. ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบการค้นหาคำตอบที่เชื่อถือได้จริงต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนตั้งปัญหา ขั้นตอนตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ทดลอง และขั้นสรุปผลและการนำไปใช้

2.3.4 ประโยชน์ที่ได้รับของการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

2.3.4.1 ประโยชน์ต่อตัวนักเรียน

- 1) ทำให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจน
- 2) ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินผลดีขึ้น
- 3) ช่วยสร้างนิสัยในการใฝ่รู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เมื่อไม่สามารถตอบคำถามหรือตอบแบบทดสอบได้ผู้เรียนจะไปศึกษาเพิ่มเติมก่อให้เกิดนิสัยอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น
- 4) ทำให้ทราบถึงสถานภาพทางการเรียนของตนเองว่าเด่นด้อยในเรื่องใดควรได้รับการปรับปรุงอย่างไร

2.3.4.2 ประโยชน์ต่อครูผู้สอน

- 1) ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน
- 2) ทำให้ทราบถึงผลการสอนของครูว่ามีประสิทธิผลมากน้อยเพียงไร
- 3) ทำให้ครูได้ข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการสอน
- 4) ช่วยให้ผู้ครูกำหนดเทคนิควิธีการสอนที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล

2.3.4.3 ประโยชน์ต่อผู้ปกครองนักเรียน

ผู้ปกครองทราบถึงพัฒนาการหรือความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนเป็นระยะ ๆ ดังนั้นจึงต้องให้ผู้ปกครองนักเรียนทราบด้วย เพื่อที่ผู้ปกครองจะได้ใช้เป็นพื้นฐานการตัดสินใจเกี่ยวกับการศึกษาต่อไป

2.3.4.4 ประโยชน์ต่องานแนะแนว

ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลการศึกษา เช่น การวัดเจตคติ การวัดความสนใจ การวัดบุคลิกภาพ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดความถนัด เป็นข้อมูลของนักเรียนที่มีประโยชน์ต่องานแนะแนวในการให้คำแนะนำหรือข้อชี้แนะเกี่ยวกับการเลือกอาชีพ การศึกษาต่อ และปัญหาส่วนตัวของนักเรียนที่ประสบอยู่

2.3.4.5 ประโยชน์ต่อการบริหารการศึกษา

การประเมินผลโดยภาพรวมของสถานศึกษานั้น ๆ จะเป็นข้อมูลบอกถึงประสิทธิภาพในการจัดและการบริหารการศึกษาและการวัดผลและการประเมินผลเป็นเครื่องมือในการดำเนิน

กิจกรรมหลาย ๆ ด้าน เช่นการคัดเลือกบุคลากรในตำแหน่งหน้าที่ต่าง ๆ การสอบคัดเลือกการ จัดแยกประเภทนักเรียน

2.3.4.6 ประโยชน์ในการวิจัยการศึกษา

ข้อมูลทางการศึกษาที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลการศึกษาในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น เป็นด้านตัวนักเรียน ตัวครู ผู้บริหาร บุคลากรในสถานศึกษา งบประมาณ ระบบการบริหาร การจัดการ และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ นั้น จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษา และวิเคราะห์เพื่อศึกษาวิจัยในประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้ได้ผลการศึกษาวิจัยที่มี คุณภาพสามารถนำไปใช้พัฒนาระบบการศึกษาได้อย่างแท้จริง

2.3.5 เครื่องมือในการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (Pertest and Postest Technique) แบบประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เป็นแบบเลือกตอบ แบบ 4 ตัวเลือก ประเมินผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 8 ข้อ คำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และได้รับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เครื่องมือวิจัย ตามรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสากล ก่อนนำไปประเมินในกลุ่มตัวอย่าง

2.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถการคิดแบบมีวิจารณญาณ

2.4.1 ความหมายการคิดแบบมีวิจารณญาณ

Dewey (1933, p. 9) การคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นการคิดอย่างไร้ครวญ ไตร่ตรอง รอบคอบต่อความเชื่อ หรือความรู้ต่าง ๆ โดยอาศัยหลักฐานมาสนับสนุน รวมทั้งข้อสรุปอื่น ๆ ที่มา เกี่ยวข้องในขอบเขตของเรื่องนั้น โดยขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นมีขอบเขตอยู่ ระหว่างสองสถานการณ์คือ การคิดจะเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มี ความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วย สถานการณ์ที่มีความชัดเจน

Good (1973, p. 680) การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง การคิด อย่างรอบคอบตามหลัก ของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณา องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาได้อย่าง ถูกต้อง สมเหตุสมผล

Ennis (1985, pp. 44-46) การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง การคิด พิจารณาไตร่ตรอง อย่างมีเหตุผลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่า สิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดควรทำ ช่วยให้ตัดสินใจ สถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง

Paul and Elder (2008, p. 3) ศิลปะแห่งการวิเคราะห์และประเมินการคิดในเรื่องใด ๆ หรือ ปัญหาใด ๆ ด้วยแนวคิดที่มุ่งไปสู่การปรับปรุงวิธีคิดของตนเองให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ เป็นการชี้แนะด้วยตนเอง ปรับแก้ไขคิดตนเองโดยใช้มาตรฐานทางปัญญาที่มุ่งสู่ความเป็นเลิศอย่างระมัดระวัง การคิดเชิงวิจารณ์ญาณจะช่วยในการติดต่อกับผู้อื่นและเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ช่วยนำไปสู่ความมุ่งมั่นที่จะเอาชนะการคิดแบบถืออัตตะ (Egocentrism) และการคิดแบบถือพวก (Sociocentrism) ซึ่งมีคิดตัวมาตามธรรมชาติ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 94) หลักการคิดประเภทหนึ่งที่เน้นกระบวนการพิจารณาและประเมินข้อมูลหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เกิดทุกด้านอย่างรอบคอบ โดยใช้หลักเหตุผล จนกระทั่งได้คำตอบที่เหมาะสมหรือดีที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจหรือประเมิน หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ กระบวนการคิดที่ใช้เหตุใช้ผลพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ โดยการศึกษาข้อมูลหลักฐาน แยกแยะข้อมูลว่าข้อมูลใดคือ ข้อเท็จจริง ข้อมูลใดคือความคิดเห็น ตลอดจนพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลแล้วตั้งสมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและสามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณจะนำไปสู่การคิดตัดสินใจอย่างรอบคอบเพื่อให้เห็นว่าเรื่องใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อสิ่งใดควรทำหรือไม่ควรทำเพราะเหตุใดผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณจะเป็นคนใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผลไม่ยึดความคิดเห็นของตนเองเป็นหลัก ก่อนตัดสินใจอย่างใดต้องมีข้อมูลหลักฐานเพียงพอ และสามารถเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองได้ หากเห็นว่าความคิดเห็นของผู้อื่นดีกว่า มีเหตุผลมากกว่านอกจากนี้ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณจะต้องเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล และความรู้อยู่เสมอ ตลอดจนเป็นผู้ที่มีเหตุผล ไม่ใช้อคติหรืออารมณ์ของตนเองเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังเป็นผู้ที่ไวต่อความรู้สึกของผู้อื่น เข้าใจผู้อื่น ทำให้รับรู้สถานการณ์ความคิด ความรู้สึกของผู้อื่นได้ดี

ปณิตา วรรณพิรุณ (2551, น. 105) กระบวนการคิดโดยใช้ข้อมูล ข้อความรู้ ประกอบการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการทำความเข้าใจกับเรื่องราว แล้วนำมาตั้งสมมติฐานจากเรื่องราวนั้นเพื่อมาใช้ในการวิเคราะห์ แปลความหมายและสรุปข้อมูลอย่างสมเหตุ สมผลเพื่อนำผลที่ได้มาสรุปมาประเมินและตัดสินใจในการปฏิบัติต่อสถานการณ์หนึ่ง ๆ

วลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา (2555, น. 45) แนวคิดของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ สามารถสรุปได้ 3 ประการ ดังนี้

1. กลุ่มของคนทั่วไป กลุ่มนี้ถือว่าการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ คือ ความคิดในการคอยจับผิด ความคิด ช่างสงสัย และความคิดที่จะปฏิเสธความเชื่อถือต่าง ๆ

2. กลุ่มของนักการศึกษา กลุ่มนี้ถือว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณคล้ายกับการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยเชื่อว่าถ้านักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากเท่าใด นักเรียนก็จะมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากเท่านั้น

3. กลุ่มของนักการศึกษาอีกกลุ่มหนึ่ง กลุ่มนี้ถือว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความหมายในการประเมินข้อมูล โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะที่มีหลักเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับ เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจการยอมรับหรือปฏิเสธค่ากล่าวอ้างต่าง ๆ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 100) การคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึงกระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับกระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคลุมเครือ มีความขัดแย้ง เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อสิ่งใดควรทำสิ่งใดไม่ควรทำ

สุภารัตน์ ยอดมงคล (2558) กระบวนการคิดที่ใช้เหตุผลโดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐานและข้อมูลต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจแล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล ก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผลไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเองก่อนจะตัดสินใจในเรื่องใดก็จะต้องมีข้อมูลหลักฐานเพียงพอและสามารถเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองให้เข้ากับผู้อื่นได้ถ้าผู้นั้นมีเหตุผลที่เหมาะสมถูกต้องกว่าเป็นผู้มีความกระตือรือร้นในการ ค้นหาข้อมูลและความรู้ กล่าวได้ว่าผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นผู้มีเหตุผล

จากการศึกษาความหมายทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นมียุทธศาสตร์ประกอบ คือ การคิดวิเคราะห์ การใช้หลักเหตุผล ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหา

2.4.2 ขั้นตอนหรือกระบวนการคิดแบบมีวิจารณญาณ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2552, น. 80-81) การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้แก่ นักเรียนว่าครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

2.4.2.1 ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียนรู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียด รู้จักขยายผลของสิ่งที่คิดและปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ฝึกให้นักเรียนได้รู้ปัญหาวิธีแก้ไขปัญหามาบนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์พิจารณาความน่าเชื่อถือก่อนการตัดสินใจประเด็นสำคัญคือการสร้างให้นักเรียนรู้จักคิดก่อนทำและสามารถอธิบายการกระทำของ

ตนว่ามีเหตุผลอย่างไรการฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลจะใช้คำถามว่า “ทำไม” ให้นักเรียนตอบ โดยมีพื้นฐานรองรับอยู่เสมอ

2.4.2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองเปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดมีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรู้สึกที่เป็นอิสระซึ่งผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกโรงเรียนและให้นักเรียนได้มีโอกาสตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่างๆเป็นการฝึกฝนและพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณอันเป็นพื้นฐานสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

2.4.2.3 จัดสื่อการเรียนรู้แบบต่างๆเพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งสื่อมีหลายรูปแบบ สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ บทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ นิตาน ฯลฯ เมื่อนักเรียนอ่านแล้วครูอาจใช้คำถามฝึกการคิด เช่น เรื่องนี้คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการอ่านจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้วิธีหนึ่งครูอาจจัดทำแบบฝึกหัดทักษะการเรียนรู้ให้แก่ักเรียนซึ่งอาจมีรูปแบบหลากหลาย เช่น สถานการณ์จำลอง และครูใช้คำถามเพื่อฝึกการคิดหลังจากนักเรียนอ่านสถานการณ์แล้ว หรือฝึกการคิดจากภาพ เป็นต้น

2.4.2.4 ฝึกให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่างๆ ที่น่าสนใจหรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จากข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในช่วงประจำวันจากการ์ตูนล้อการเมืองจะทำให้ให้นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์ วิวิจารณ์ ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมินความคิดเห็นของผู้อื่นทำให้นักเรียนรู้จักการอ้างเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง

2.4.2.5 ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยแนะนำให้นักเรียนวางเป้าหมาย ตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ โดยมีข้อมูลหลักฐานในการตรวจสอบและใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินใจปรับปรุงหรือดำเนินงานตามแผนและรู้จักวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมรอบคอบและควบคุมตนเองให้ดำเนินงานตามแผนการทำงานหรือกิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่ครูฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผนการยอมเป็นการดำเนินงานและมีการตรวจสอบตลอดจนเมื่อมีการดำเนินงานตามแผนแล้วมีการประเมินผลการดำเนินงานนั้นจัดได้ว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

- 1) การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจกับปัญหา
- 2) การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่างๆรวมทั้งการดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ ดังนั้นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3) การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลพิจารณาความเพียงพอของข้อมูลและการจัดระบบของข้อมูลขณะเดียวกันก็ต้องประเมินความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลที่รวบรวมได้ว่าจะนำไปสู่การอ้างอิงได้หรือไม่มีการจัดระบบข้อมูลที่รวบรวมได้โดยแยกแยะความแตกต่างของข้อมูลคือจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาการระบุข้อตกลง
- 4) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางการสรุปอ้างอิงของปัญหาข้อโต้แย้งโดยการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นไปได้
- 5) การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่การใช้เหตุผลเป็นทักษะวิธีการคิดที่จำเป็นต่อการตัดสินใจสรุปและเป็นทักษะการคิดที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและคุณลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์หรือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน
- 6) การประเมินสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากการตัดสินใจสรุปโดยใช้หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่รวมทั้งพิจารณาว่าข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงและค้นพบข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้งหนึ่งเพื่อตั้งสมมติฐานและข้อสรุปอ้างอิงใหม่ สรุปได้ว่ากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการที่ผสมผสานความสามารถในด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาโดยพิจารณาเพื่อทำความเข้าใจว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริงข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือการหา การรวบรวมประเด็นปัญหาทำความเข้าใจว่าอะไรเป็นตัวปัญหาที่แท้จริงการจัดลำดับปัญหาการกำจัดปัญหาที่อาจไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริงออกไปการแยกประเด็นปัญหารวมทั้งการนิยามความหมายของคำหรือข้อความการนิยามปัญหาเป็นกระบวนการที่เป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิดเมื่อตระหนักว่ามีปัญหาหรือข้อโต้แย้ง

หรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือจะพยายามหาคำตอบที่เหมาะสม สมเหตุสมผลเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น

บรรจง อมรชีวิน (2556) ลำดับขั้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้ 5 ขั้นตอน อันได้แก่

1. เชนิชน้ำกับเหตุการณ์ที่ไม่คาดหวัง (Trigger Event) เมื่อสมมติฐานที่เราคาดหวังว่าน่าจะเกิดขึ้นไม่สอดคล้องกับความจริงที่ประสบ ทำให้เรารับรู้ถึงความผิดปกติไปจากสิ่งที่ควรจะเป็นหรือเกิดการกระทำในทางตรงกันข้าม ก่อให้เกิดความไม่สบายใจสับสน ส่งผลให้เราเริ่มเปลี่ยนมุมมองและเรียนรู้ที่จะคิดในเชิงโต้แย้ง

2. การประเมินสถานการณ์ (Appraisal) โดยตรวจสอบด้วยตนเองอย่างละเอียดว่าเกิดสิ่งใดขึ้นเพื่อจะประเมินค่าว่าจะตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไร

3. การวินิจฉัยตรวจสอบอย่างละเอียด (Exploration) เริ่มยอมรับความขัดแย้งและพยายามหาทางอธิบายความขัดแย้งที่เกิดขึ้น เพื่อลดความรู้สึกไม่สบายใจ อันนำไปสู่ขั้นที่สี่ทำให้เกิดการค้นหาทางเลือกใหม่ คำตอบใหม่ แนวคิดใหม่ ๆ การจัดระเบียบโลกทัศน์ใหม่เป็นต้น

4. พัฒนามุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม (Development of Alternative Perspectives) เมื่อพบว่าสิ่งที่เคยเชื่อ เคยยึดถือไม่สามารถเป็นจริงได้อีกต่อไปจึงพยายามทางทางเลือกใหม่มุมมองใหม่และพัฒนามุมมองใหม่เหล่านั้นในทางปฏิบัติโดยคิดว่าจะต้องดีกว่าเดิม

5. บูรณาการวิธีคิดและพฤติกรรมใหม่ที่เกิดขึ้น (Intergration) โดยคิดว่าสิ่งนั้นถูกต้องและเหมาะสมขั้นนี้เป็นลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงขั้นสุดท้ายที่ทำให้เกิดโลกทัศน์ใหม่ ทัศนคติใหม่ สมมติฐานใหม่และเริ่มเกิดความคุ้นเคยต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

2.4.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Feely (1976) ได้แยกองค์ประกอบ ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 10 ประการคือ

2.4.3.1 การแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความรู้สึกหรือความคิดเห็น

2.4.3.2 การพิจารณาความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

2.4.3.3 การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อความนั้น

2.4.3.4 การแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อคิดเห็น หรือเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น

2.4.3.5 การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติหรือความลำเอียง

2.4.3.6 การระบุถึงข้ออ้าง ข้อสมมติที่ไม่กล่าวไว้ก่อน

2.4.3.7 การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ

2.4.3.8 การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้

2.4.3.9 การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ตามหลักการและเหตุผล

2.4.3.10 การพิจารณาความมั่นคง หนักแน่นในข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็น

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตรฐาน Cornell Critical Thinking Test Level Z (Ennis and Millman, 1985) เป็นแบบทดสอบเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีปัญญาเลิศ ระดับมัธยมศึกษา จนถึงระดับวัยผู้ใหญ่ (ปณิตา วรรณพิรุณ, 2551, น. 105) ซึ่งแปลเป็นไทยโดยผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาศูนย์การแปลและการล่ามเฉลิมพระเกียรติ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วยคำถามแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 50 นาที มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.75 ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 องค์ประกอบได้แก่

1. การสรุปแบบนิรนัย (Infer and Judge Deductive Conclusions) หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักการย่อย โดยใช้หลักเหตุผลทางตรรกศาสตร์ เพื่อสรุปผลที่ตามมาจากข้อสรุปนั้น ๆ ได้
2. การให้ความหมาย (Semantics) หมายถึง ความสามารถในการบอกคำเหมือน หรือคำที่มีความหมายคล้ายกันได้ จำแนกและจัดกลุ่มสิ่งๆ ที่เหมือนกันได้ สามารถให้นิยามเชิงปฏิบัติการ และยกตัวอย่างสิ่งๆ ที่ “ใช่” “ไม่ใช่” ได้
3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Determine Credibility of Sources and Observation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลรายละเอียดของข้อมูล โดยการ สังเกตและการแปลความหมายร่วมกับการสังเกต การตัดสินใจของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเองโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้
4. การสรุปแบบอุปนัย (Infer and Judge Inductive Conclusions) หมายถึง ความสามารถในการหาเหตุผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยการยกตัวอย่างรายละเอียดย่อย ๆ ของเนื้อหาอย่างครอบคลุมและเพียงพอที่จะสรุปและลงความเห็นจากข้อสรุปนั้น ๆ ได้
5. การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย (Induction Planning Experiments and Predict Probable Consequences) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาทางเลือกที่สมเหตุสมผลที่สุดจากแหล่งข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ เพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบที่สมเหตุสมผล
6. การนิยามและการระบุข้อสันนิษฐาน (Definition and Assumption Identification) หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำข้อความและกำหนดเกณฑ์อธิบายสาเหตุและระบุข้อสันนิษฐานจากนิยามที่กำหนดไว้ได้

สุคนธ์ สิ้นรพานนท์ และคณะ(2555, น. 108-109) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิด
 วิจัย 7 ด้าน ดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหา เป็นการระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา
 ข้อคำถาม ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์
 ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยและ
 ประเด็นหลักที่ควรพิจารณาและการแสวงหาคำตอบ

2. การรวบรวมข้อมูลเป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อม
 การดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงการดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการ
 คิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา
 ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาข้อข้อมูลสถิติ
 และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความพอเพียงของข้อมูลในแง่มุมต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การลงข้อสรุป
 อย่างมีเหตุผล หากยังไม่เกี่ยวข้องที่จะใช้พิจารณาข้อสรุป ก็จะต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม

4. การระบุของข้อมูล เป็นความสามารถในการจำแนกประเภทของข้อมูลระบุแนวคิด
 ที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะ
 เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล การตีความข้อมูล ประเมินว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใด
 เป็นความคิดเห็น รวมถึงการระบุสันนิษฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังข้อมูล เป็นการนำ
 ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่อาศัยข้อมูลจากประสบการณ์เดิมมาร่วมพิจารณา เพื่อทำการ
 สังเคราะห์ จัดกลุ่มและจัดลำดับความสำเร็จของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการพิจารณา
 ตั้งสมมติฐานต่อไป

5. การตั้งสมมติฐาน เป็นการวัดความสามารถเพื่อกำหนดขอบเขต แนวทางการ
 พิจารณา หาข้อสรุปของคำถาม ประเด็นปัญหาและข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถในการ
 คิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยเน้นที่
 ความสามารถพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์กับสถานการณ์

6. การลงข้อสรุป เป็นการวัดความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผล ซึ่งถือ
 ว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล อาจใช้เหตุผล
 เชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัย การให้เหตุผลเชิงอุปนัยเป็นการสรุปความโดยพิจารณาข้อมูลหรือ
 กรณีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะเรื่อง เพื่อไปสู่กฎเกณฑ์ ในที่นี้เป็น การวัดความสามารถในการสรุป
 ความ เหตุการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดเป็นคำถาม โดยใช้ข้อมูลหรือข้อความที่บอกมาเป็นเหตุผลหรือ
 กฎเกณฑ์เพื่อหาข้อสรุปการให้เหตุผลเชิงนิรนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาเหตุผลจากกฎเกณฑ์

และหลักการทั่วไป ไปสู่เรื่องเฉพาะ ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการสรุปความ โดยพิจารณาจากหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินใจลงข้อสรุปในประเด็นคำถาม

7. การประเมินผล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมินความถูกต้อง สมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินอย่างไตร่ตรอง รอบคอบ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลเชิงตรรกะจากข้อมูลที่มีอยู่ ข้อสรุปนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ มีผลตามมาอย่างไร มีการตัดสินใจคุณค่าได้อย่างไรและมีหลักเกณฑ์อย่างไร

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของ การคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบด้วย การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา คำถาม หรือสถานการณ์ที่พบ แล้วมีการรวบรวมข้อมูลหรือหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยการพิจารณาว่าข้อมูลใด มีเหตุผลน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ แล้วจึงสรุปเพื่อตัดสินใจ

2.4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2552, น. 80-81) แนวทางในการพัฒนาความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้แก่ นักเรียน ว่าครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ใน รูปแบบ ต่าง ๆ

2.4.4.1 ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นระบบให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เปิดโอกาส ให้นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียนรู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียดรู้จักขยายผลของสิ่งที่ คิดและปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ฝึกให้นักเรียนได้รู้ปัญหา วิธีแก้ไขปัญหา บนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์ พิจารณานำเชื่อถือก่อนการ ตัดสินใจ ประเด็นสำคัญคือการสร้างให้นักเรียนรู้จักคิดก่อนทำและสามารถอธิบายการกระทำของ ตนว่ามีเหตุผลอย่างไร การฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลจะใช้คำถามว่า “ทำไม” ให้นักเรียนตอบ โดยมี พื้นฐานรองรับอยู่เสมอ

2.4.4.2 ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจด้วย ตนเอง เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรู้สึกที่เป็นอิสระ ซึ่งผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทั้งใน นอก โรงเรียนและให้นักเรียนได้มีโอกาสตัดสินใจ ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการฝึกฝนและพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณอันเป็นพื้นฐาน สำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

2.4.4.3 จัดสื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณซึ่งสื่อมีหลายรูปแบบ สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ บทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ นิทาน ฯลฯ เมื่อนักเรียนอ่านแล้วครูอาจใช้คำถามฝึกการคิด

2.4.4.4 ฝึกให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่าง ๆ ที่น่าสนใจ หรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จากข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในข่าวประจำวัน จากการตั้งคำถาม จะทำให้นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์ วิเคราะห์ ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้นักเรียนรู้จักการ อ่างเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง

2.4.4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยแนะนำให้นักเรียนวางเป้าหมาย ตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่โดยมีข้อมูลหลักฐานในการตรวจสอบและใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินใจรับปรุง หรือดำเนินงานตามแผน และรู้จักวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม รอบคอบ และควบคุมตนเองให้ดำเนินงานตามแผน การท างานหรือกิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่ครูฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผนการย่อมเป็นการดำเนินงานและมีการตรวจสอบ ตลอดจนเมื่อมีการดำเนินงานตามแผนแล้วมีการประเมินผลการดำเนินงานนั้นจัดได้ว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดอย่างมี วิจารณญาณ

2.4.5 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) จากนั้นนำคะแนนผลการสอบของนักเรียนแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับคะแนน T ปกติ ซึ่งจะทำให้นักเรียนทราบความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่าอยู่ในระดับใด เกณฑ์การแบ่งกลุ่มความสามารถของผู้สอบตามค่าคะแนน T ปกติใช้เกณฑ์เกณฑ์แปลความหมายได้ดังนี้

คะแนน T ปกติ	ความหมายระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
T 65 ขึ้นไป	สูงมาก
T 55 - T 65	สูง
T 45 - T 55	พอใช้
T เท่ากับ 50	ปานกลาง
T 35 - T 45	ต่ำ
T 35	ควรได้รับการปรับปรุง

แบบวัดการความสามารถในการคิดของ Cornell Critical Thinking Test Level Z (Ennis and Millman, 1985) แปลโดย (ปณิตา วรรณพิรุณ, 2551, น. 105) แบบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การสรุปแบบนิรนัย (Infer and Judge Deductive Conclusions) จำนวน 4 ข้อ
2. การให้ความหมาย (Semantics) จำนวน 4 ข้อ

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Determine Credibility of Sources and Observation) จำนวน 3 ข้อ
4. การสรุปแบบอุปนัย (Infer and Judge Inductive Conclusions) จำนวน 3 ข้อ
5. การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย (Induction Planning Experiments and Predict Probable Consequences) จำนวน 3 ข้อ
6. การนิยามและการระบุข้อสันนิษฐาน (Definition and Assumption Identification) จำนวน 3 ข้อ

2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.5.1 ความหมายเจตคติ

สุณีย์ คล้ายนิล (2551, น. 38) เจตคติของคนมีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยทั่ว ๆ ไป หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตนเองโดยตรง เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนพัฒนาเจตคติให้นักเรียนรู้จักส่งเสริม สนับสนุนวิทยาศาสตร์ ให้มีความรู้ และใช้ความรู้ที่เหมาะสม การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2006 ตั้งอยู่บนความเชื่อที่ว่า การรู้วิทยาศาสตร์ของคนต้องมีเจตคติความเชื่อ แรงบันดาลใจ ความเชื่อในตนเอง การให้คุณค่า และแสดงออกด้วยการกระทำในที่สุด

พรณวิไล ชมชิด (2557, น. 100) อารมณ์ ความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้สึกชอบหรือพึงพอใจ

สรุปได้ว่า เจตคติ คือ ความรู้สึก และพฤติกรรม การเรียนรู้ที่เกิดจากการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.5.2 องค์ประกอบของเจตคติ

สร้อยตระกูล อรรถมานะ (2542, น. 64-65) องค์ประกอบของเจตคติที่สำคัญ 3 ประการคือ

2.5.2.1 การรู้ (Cognition) ประกอบด้วยความเชื่อของบุคคลที่มีต่อเป้าหมาย เจตคติ เช่น ทศนคติต่อลัทธิคอมมิวนิสต์ สิ่งสำคัญขององค์ประกอบนี้ก็คือ จะประกอบด้วยความเชื่อที่ได้ประเมินค่าแล้วว่าน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ ดีหรือไม่ดี และยังรวมไปถึง ความเชื่อในใจว่าควรจะมีปฏิกริยาตอบโต้อย่างไรต่อเป้าหมายที่ศนคตินั้นจึงจะเหมาะสมที่สุด ดังนั้น การรู้และแนวโน้มพฤติกรรมจึงมีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด

2.5.2.2 ความรู้สึก (Feeling) หมายถึง อารมณ์ที่มีต่อเป้าหมาย เจตคติ นั้น เป้าหมายจะถูกมองด้วยอารมณ์ชอบหรือไม่ชอบ ถูกใจหรือไม่ถูกใจ ส่วนประกอบด้านอารมณ์ ความรู้สึกนี้เองที่ทำให้บุคคลเกิดความดีใจ ยึดมั่น ซึ่งอาจกระตุ้นให้มีปฏิกิริยาตอบโต้ได้ หากมีสิ่งขัดกับความรู้สึกมากกระทบ

2.5.2.3 แนวโน้มพฤติกรรม (Action Tendency) หมายถึง ความพร้อมที่จะมีพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเจตคติ ถ้าบุคคลมีเจตคติที่ดีต่อเป้าหมาย เขาจะมีความพร้อมที่จะมีพฤติกรรมช่วยเหลือหรือสนับสนุนเป้าหมายนั้น ถ้าบุคคลมีเจตคติในทางลบต่อเป้าหมาย เขาก็จะมีความพร้อมที่จะมีพฤติกรรมทำลาย หรือทำร้าย เป้าหมายนั้นเช่นกัน

2.5.3 ลักษณะของเจตคติ

เจตคติมีคุณลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

2.5.3.1 เจตคติที่มีที่หมาย (Attitude Object) ซึ่งได้แก่ สิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น คน สถานที่ สิ่งของ สถานการณ์หรือสิ่งที่เป็นธรรม เช่น เสรีภาพ ความรักประชาธิปไตย ฯลฯ

2.5.3.2 มีการระบุในแง่ดี-ไม่ดี (Evaluation Aspect) มีความผันแปรในทางบวกและทางลบหรือในด้านการสนับสนุนหรือต่อต้าน

2.5.3.3 มีลักษณะคงทน (Relatively Enduring) เจตคติของคนที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แม้ว่านักจิตวิทยาจะไม่ถือเป็นของถาวร แต่ลักษณะของความคงทนก็เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เจตคติเปลี่ยนแปลงได้แต่การเปลี่ยนแปลงต้องใช้เวลาานาน

2.5.3.4 มีความพร้อมในการตอบสนอง (Readiness for Response) คือ มีความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดตามเจตคติที่เขามีอยู่ เช่น มีความพร้อมที่จะซื้อรถยนต์ถ้ามีเงิน ทั้งนี้เพราะมีเจตคติที่ดีต่อรถยนต์อยู่แล้ว

2.5.4 การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ไพศาล หวังพานิช (2530, น. 147) การวัดเจตคติเป็นการวัดคุณลักษณะภายในของบุคคลเกี่ยวกับอารมณ์และความรู้สึกคุณลักษณะภายในมีการแปรเปลี่ยนได้ง่ายการวัดเจตคติจึงต้องยึดหลักสำคัญดังนี้

2.5.4.1 ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดเจตคติคือ

1) เจตคติของบุคคลจะมีลักษณะคงที่หรือคงเส้นคงวาอยู่ช่วงเวลาหนึ่งไม่ได้ผันแปรตลอดเวลาอย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่มีความรู้สึกต่อสิ่งหนึ่งคงที่ทำให้สามารถวัดได้

2) เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตเห็นได้โดยตรงจึงจะต้องวัดทางอ้อมโดยวัดจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติอย่างสม่ำเสมอ

3) เจตคตินอกจะแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึกนึกคิด เช่น สนับสนุน หรือ คัดค้านแล้วยังมีขนาดและปริมาณของความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นนอกจากจะสามารถทราบทิศทางแล้วยังสามารถวัดความเข้มของเจตคติได้ด้วย

2.5.4.2 การวัดเจตคติใดก็ตามจะต้องมีสิ่งประกอบ 3 ประการ คือ ตัวบุคคลที่ถูกวัด สิ่งเร้าและการตอบสนอง

2.5.4.3 สิ่งเร้าที่นิยมใช้ คือ ข้อความวัดเจตคติซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายถึงคุณค่า คุณลักษณะของสิ่งนั้นเพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก เช่น มาก ปานกลางน้อย เป็นต้น

2.5.4.4 การวัดเจตคติของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดสิ่งใด ต้องพยายามถามคุณค่าและลักษณะ ในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมาแล้วนำผลซึ่งเป็นส่วนประกอบหรือรายละเอียดปลีกย่อย มาผสมผสานสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้น ๆ จะต้องครอบคลุมลักษณะต่างๆ ครอบคลุมทุกลักษณะเพื่อให้การสรุปตรงตามความจริงมากที่สุด

2.5.4.5 ต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงของผลการวัดอย่างเป็นพิเศษกล่าวคือ ต้องพยายามให้ผล ที่วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของบุคคลทั้งในแง่ทิศทางและระดับ และช่วงของเจตคติ

ผู้วิจัยประยุกต์เครื่องมือวิจัยตามแนวคิด Barry J Fraser Macquarie University (Handbook of Australian Council for Education Research, 1981, 1998, 2001, 2005) ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 8 ข้อ The Test of Science-Related Attitude (TOSRA) ได้ถูกออกแบบเพื่อวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 7 ด้าน ได้แก่

1. Social Implication of Science.
2. Normality of Scientists.
3. Attitude Toward Scientific Inquiry.
4. Adoption of Science Attitude.
5. Enjoyment of Science Lessons.
6. Leisure Inter in Science.
7. Career Interest in Science.

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกประเมินทั้ง 7 ด้าน จะประเมินเฉพาะนักเรียนในกลุ่มชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เท่านั้น เครื่องมือนี้ได้ผ่านการทดสอบความน่าเชื่อถือตามหลักสถิติที่มีค่าของระดับความเชื่อมั่นในระดับสูง เนื่องจากได้ผ่านการทดลอง (Field Test) กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/10

The TOSRA สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือวิจัยโดยครูผู้สอน นักประเมินหลักสูตร นักวิจัย เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ได้ กระบวนการใช้เครื่องมือนี้ สามารถวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนหรือกลุ่มตัวอย่างทุกช่วงเวลาทั้งการประเมินผลก่อนเรียน หรือหลังเรียนเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ด้วยมาตรคะแนน 5 ระดับ

1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2 = ไม่ค่อยจะเห็นด้วย

3 = ไม่แน่ใจ

4 = เห็นด้วย

5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความหมายเชิงบวกและบางข้อมีความหมายเชิงลบ ต้องแปลค่ามาตรระดับคะแนนจากการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

สถาพร ไชยศรี (2559, น. 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา (STEM Education) การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างหน่วยการเรียนรู้ บูรณาการสะเต็มศึกษา (STEM Education) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 32102) จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) สถิติและข้อมูล (2) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และ (3) การสำรวจความคิดเห็น เพื่อพิสูจน์ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในจำนวนที่สูงขึ้นและคะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น เพื่อพิสูจน์ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) และเพื่อเสนอแนวทางการยกระดับผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา (STEM Education) กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2558 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์

พื้นฐาน (ค 32102) ครบทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ สถิติและข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และการสำรวจความคิดเห็น โดยมีผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนจำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 118 คน การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซี่และมอร์แกน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sandom Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 32102) เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 32102) เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าซี (Z-Score) ค่าที (T-Score) และ T-Test for Dependent Sample ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM Education ทำคะแนนได้ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM Education มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นางนุช เอกตระกูล (2558, น. 36) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังที่ได้รับการสอนโดยใช้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education วิธีดำเนินการวิจัยศึกษาข้อมูลและแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education และนำไปทดลองใช้ นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ไปใช้ โดยทำการศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 51 คน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest-Posttest Design) ใช้เวลาในการทดลอง 6 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า และแบบบันทึกกิจกรรมประเมินประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบ

STEM Education โดยมีการวัดข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐานเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ Dependent t-test และแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาประกอบด้วยการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการใน 4 กลุ่มสาระได้แก่กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ของตนไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนเรียนแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

จรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558, น . 62) การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง ก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL) จัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558, น. 401) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมาย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพัยคณภูมิวิทยาคาร อำเภอ พัยคณภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ 4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเคมี สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ Hotelling's T^2 ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุป นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาต่อไป

อาทิตยา พูนเรือง และคณะ (2558, น. 371) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ชักตัวอย่างแบบเจาะจงจากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครเครื่องมือที่ใช้ได้แก่บทปฏิบัติการ (รวมทั้งเรื่อง กรดโฟลิก)

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่แบบกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระต่อกันผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$)

เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์ (2558, น. 1243) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5 E) ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 48 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5 E) ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test Dependent Sample)

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5 E) ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5 E) ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุปรีดา มณีปิ่นต และคณะ (2558, น. 91) ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนและการประยุกต์ใช้ความรู้รายวิชาการดูแลแบบผสมผสานและการบำบัดทางเลือกของนักศึกษาพยาบาล การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน และการประยุกต์ใช้ความรู้รายวิชาการดูแลแบบผสมผสานและการบำบัดทางเลือก ของนักศึกษาพยาบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 คณะพยาบาลศาสตร์เกื้อการุณย์ มหาวิทยาลัยนวมินทราชราช จำนวน 210 คน เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่ม ใช้หลักความน่าจะเป็น (Probability Sampling) เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม มีจำนวน 3 ตอน ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนและแบบสอบถามการประยุกต์ใช้ความรู้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการดูแลแบบผสมผสานและการบำบัดทางเลือกของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.2 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 4.37 ด้านเจตคติต่อการเรียนอยู่ในระดับดี (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06, และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.60) ด้านการนำความรู้จากรายวิชาการดูแลแบบผสมผสานและการบำบัดทางเลือกมาประยุกต์ใช้อยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41) ผลศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน กับการประยุกต์ ใช้ความรู้จากรายวิชาการดูแลแบบผสมผสานและการบำบัดทางเลือก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการประยุกต์ใช้ความรู้รายวิชาการดูแลแบบผสมผสานและการบำบัดทางเลือกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติส่วนเจตคติต่อการเรียนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกปานกลางกับการประยุกต์ใช้ความรู้รายวิชาการดูแลแบบผสมผสานและการบำบัดทางเลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 0.393$) จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะว่าควรจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาลทั้งด้านความรู้เจตคติและการปฏิบัติให้มากขึ้นและจัดให้มีเนื้อหาการเรียนที่สามารถนำไปใช้ได้จริงกับผู้ป่วย และประชาชนในชุมชน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อให้นักศึกษาพยาบาลเกิดความมั่นใจว่า ความรู้ที่ได้จากการเรียนนั้นสามารถนำไปใช้โดยไม่มีผลข้างเคียงต่อสุขภาพ

ัญญลักษณ์ เจริญพงษ์รัตนกุล (2557, น. 12) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education ร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาคุสิตพัฒนชยการ งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ 80/80 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education ร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ห้อง 3 จำนวน 45 คน วิทยาลัยอาชีวศึกษาคุสิตพัฒนชยการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบทดสอบความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education ร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education ร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ 84.50 / 87.76 นักศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยที่ตั้งไว้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

เข้มชาติ เข้มพิลา และคณะ (2557, น 121) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเจตคติต่อการเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ (1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองแบบ (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเจตคติต่อการเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม รูปแบบ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นที่ 2 สาขางานสำรวจ ห้อง 2/1 และสาขางานก่อสร้าง ห้อง 2/2 วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์จำนวน 35 และ 32 คนตามลำดับ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4 MAT และ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA จำนวน 8 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าตั้งแต่ 4.70 ถึง 4.88 (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (B) รายข้อ ตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.50 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.84 และแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็น แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัว เลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.78 มี ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.67 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.89 (3) แบบวัดเจตคติต่อการเรียน จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.78 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.89 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยง เบนมาตรฐานและสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ Hotelling's T^2

ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ (1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA เรื่องแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 72.28/71.24 และ 72.12/71.25 ตามลำดับ (2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA เรื่องแรงเฉือนและโมเมนต์ ดัด ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.4950 และ 0.4879 ตามลำดับ (3) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4 MAT และ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเจตคติต่อการเรียนไม่แตกต่างกัน ดังนั้นครูจึงสามารถนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองแบบไป ใช้เป็นแนวทางพัฒนา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนแต่ละคนเพื่อให้ นักเรียนบรรลุผลตามความมุ่งหมายของรายวิชาที่ตั้งไว้

ชเนรินทร์ ศรีหาเศษ (2556, น. 68) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 จำนวน 87 คนได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.73 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.85 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.77 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.78 และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.69 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.91 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test (Independent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จันทรา พรหมน้อย และคณะ (2555, น. 1) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 4 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 4 คณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 4 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีการศึกษา 2551 จำนวน 102 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลแบบสอบถามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทดสอบความเชื่อมั่นด้วยวิธีคูเดอริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ (r) เท่ากับ 0.73 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา วิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 4 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.78 (S.D. = 4.70) เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบ ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 7 ด้าน พบว่า ด้านการกำหนดสมมติฐาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.29 (S.D. = 1.22) สำหรับด้านการประเมินข้อสรุป มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 2.26 (S.D. = 1.24) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ควรมีการพัฒนากลยุทธ์ในการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านการ ประเมินผล และควรติดตามระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาภายหลังการ สอนด้วยวิธีดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคการสอนที่มีคุณภาพต่อไป

สดศรี เทพดุสิต และคณะ (2555, น. 75) ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัด อุดรธานี ความเชื่ออำนาจภายในตนเจตคติต่อการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลความเอาใจใส่ของผู้ปกครองและการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (1) พัฒนาและตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ (2) ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาศุภราชธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 943 คน จากโรงเรียน 27 โรงเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณความสามารถ ความสามารถในการให้เหตุผล และแบบวัด บรรยากาศในชั้นเรียน ความเชื่ออำนาจภายในตน เจตคติต่อการเรียน ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง และ การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย และการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุ (Path Analysis)

ผลการวิจัยพบดังนี้ (1) ตัวแปรเชิงสาเหตุทั้ง 6 ตัว ได้แก่ บรรยากาศในชั้นเรียนความเชื่ออำนาจภายในตนเจตคติต่อการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง และการอบรมเลี้ยงดูแบบ ประชาธิปไตย มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณในทิศทางบวกอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ ระหว่าง 0.423 ถึง 0.635 (2) โมเดลความมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($X^2 = 263.46$, $df = 262$, $p = .463$) ดัชนี วัดความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.982 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.966 ดัชนี รากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ (RMR) เท่ากับ 0.016 ดัชนี ความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ (RMSEA) เท่ากับ 0.002 (3) ตัวแปรที่มีอิทธิพล ทางตรงต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ ความ สามารถในการให้เหตุผล และ เจตคติต่อการเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ ความเอาใจใส่ของ ผู้ปกครอง ตัวแปรที่มี อิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมได้แก่ บรรยากาศในชั้นเรียน การอบรมเลี้ยงดูแบบ ประชาธิปไตย และความเชื่ออำนาจภายในตน โดยตัวแปรเชิงสาเหตุทั้งหมดสามารถร่วมอธิบายความ แปรปรวน ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ร้อยละ 74.70

เสาวลักษณ์ พิมพิดี (2554, น. 105-108) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง ผลการนำหน่วยการเรียนรู้แบบย้อนกลับไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสารละลาย โดยใช้รูปแบบการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนมััญจาศิริ อำเภอมัญจาศิริ จังหวัดขอนแก่น จำนวน 50 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักเรียนร้อยละ 74 ของนักเรียนทั้งหมด ที่ทำข้อสอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีเจตคติในทางบวกมาก 3 ลำดับแรก คือ ด้านความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความคิดเห็นต่อการลงมือปฏิบัติงานหรือทดลองวิทยาศาสตร์ และด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากที่โรงเรียน

คารารัตน์ มากทรัพย์ (2553, น. 122) การศึกษาผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา วิชา การเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่จัดการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา (3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 สาขาวิชาเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอน จำนวน 22 คน ระยะเวลาในการทดลอง 10 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา (3) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ Cornell Critical Thing Test Level Z (4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอน (5) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ค่าดัชนีประสิทธิผลและคะแนนพัฒนาการทางการเรียนรู้

ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาที่จัดการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 25.90 คิดเป็นร้อยละ 49.81 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 42.35 คิดเป็นร้อยละ 81.44 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผลความก้าวหน้าทางการคิดวิจารณ์เท่ากับร้อยละ 63

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่จัดการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 12.00 คิดเป็นร้อยละ 30.00 และผลการเรียนรู้หลังเรียนมีคะแนนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.41 คิดเป็นร้อยละ 71.03 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผลความก้าวหน้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับร้อยละ 59

3. ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา พบว่า

3.1 ก่อนการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .71 อยู่ในระดับดี

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .83 อยู่ในระดับดี

3.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .65 อยู่ในระดับ ดี

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Kuenzi (2008, p. 3) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สะเต็ม) ศึกษา: ภูมิหลัง นโยบายของรัฐบาลกลาง และการดำเนินการตาม กฎหมาย (Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action) ได้รายงานผลของการวิจัยว่า มีความกังวลต่อรัฐบาลของ สหรัฐอเมริกาที่ไม่เตรียมความพร้อมของนักเรียน ครู และนักปฏิบัติการทางการศึกษาที่เกี่ยวข้อง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความ ล้มเหลวในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการเตรียมความพร้อมของ ครู จากรายงานนี้พบว่าปัญหาของการผลการประเมินผลความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นแล้ว อยู่ในอันดับที่ 28 ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียน การสอนตามสะเต็มศึกษามาร่วม 24 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในปี ค.ศ. 2005 รัฐได้ทุ่มงบประมาณ ร่วม 3 ล้านล้านเหรียญเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนให้อยู่ในระดับสูงขึ้นตามที่ คาดหวังในปี ค.ศ. 2007 ในปี ค.ศ. 2006 รัฐบาลได้ออกกฎหมายตราเป็นพระราชบัญญัติให้จัดการ เรียนการสอนตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา ประธานาธิบดีและรัฐสภาให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่ จำนำพานักเรียนก้าวเข้าสู่ในงานด้านบริหาร เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ รัฐบาลกลางได้กำหนดมาตรฐานของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นวาระแห่งชาติ และทุกรัฐ จะต้องดำเนินการจัดการศึกษาให้ประสบความสำเร็จและยั่งยืนในเวลาที่น่าเร็ว

Bybee (2010, p. 164) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ความก้าวหน้าของสะเต็มศึกษา : วิสัยทัศน์ 2020 (Advancing STEM Education: A 2020 Vision) โดยเกริ่นถึงความเป็นมาของสะเต็มศึกษาว่า เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 1990 จากหน่วยงานของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Foundation (NSF)) คำว่าสะเต็ม (STEM) เป็นคำย่อจากคำ 4 คำ ได้แก่ Science, Technology, Engineering and Mathematics วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของ โปรแกรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเป็นกรรมกรก่อสร้างใน โรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน แล้วจัดกิจกรรมส่งเสริมให้กรรมกรสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือผลิตภัณฑ์ที่สามารถบูรณา การจากอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ จากโรงงาน ผู้วิจัยพยายามให้กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจต่อการ ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผ่านการฝึกฝนตามนโยบายของโรงงานจนประสบ

ความสำเร็จ เป็นที่พึงพอใจต่อคนงาน ผู้บริหาร และบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่า การจัดการศึกษาตามวาระกรรมและกระบวนการของสะเต็มศึกษา รัฐจะต้องกำหนดเป็นนโยบายหรือวาระแห่งชาติ มีโครงการรองรับ ผ่านกระบวนการฝึกฝนจนเกิดความรู้และความชำนาญซึ่งเชื่อว่าจะเป็นวิสัยทัศน์ใหม่ที่มีผลต่อความเจริญก้าวหน้าต่อการศึกษาในยุค 2020 ต่อไป

Studwell (2013, p. 2) ได้รายงานความก้าวหน้าของการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษาต่อประธานาธิบดีบารัค โอบามา และคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ต้องการให้สถานศึกษาดำเนินนโยบายจัดการเรียนการสอนในด้าน เรื่อง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สะเต็ม) และให้ยึดถือเป็นนโยบายที่จะเป็นกุญแจนำพาประเทศภายใน ค.ศ. 2014 และนักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาทักษะครบทั้ง 4 สาขาเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการ องค์การการจัดการศึกษาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (APA) มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSF) และสถาบันวิทยาศาสตร์การศึกษา (IES) หน่วยงานทั้ง 4 แห่ง จะต้องรับผิดชอบโดยตรงในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้การสนับสนุน รวมทั้งวิจัยอย่างต่อเนื่องแล้วนำเสนอรัฐบาลกลางเป็นระยะ ๆ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา จำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการแก่ผู้เรียนโดยส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความเกี่ยวข้องเกี่ยวกับสติปัญญาโดยแบ่งออกเป็น 2 ประการ คือ องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกัสติปัญญาโดยองค์ประกอบทั้ง 2 ประการมีบทบาทสำคัญต่อการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำ

2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กล่าวโดยสรุปแนวความคิดจากงานวิจัย คือ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 2.7.1 การระบุปัญหา (Identify a Challenge)
- 2.7.2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)
- 2.7.3 การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop)
- 2.7.4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)

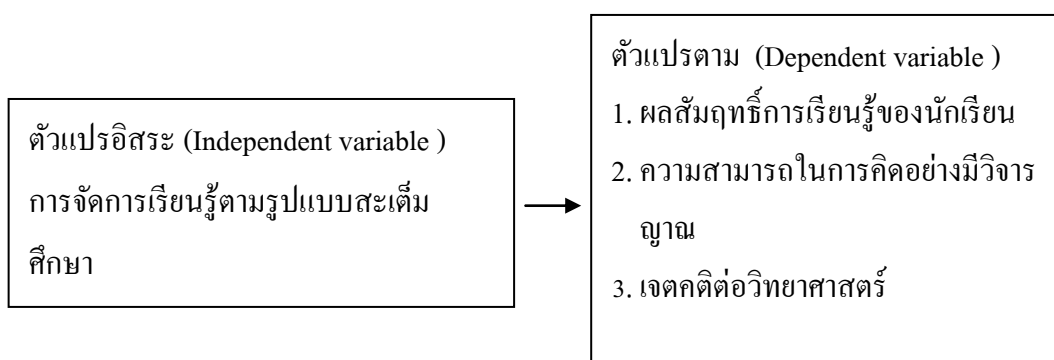
2.7.5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

2.7.5.1 ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ทำให้นักเรียนได้แสดงออกทางพฤติกรรมทางการเรียนรู้

2.7.5.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างมีกระบวนการ มีเหตุมีผลในการตัดสินใจ คิดพิจารณาอย่างรอบคอบในการตัดสินใจ โดยศึกษาข้อมูล ประสพการณ์ อย่างมีเหตุมีผลในการแก้ไขปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 องค์ประกอบ ดังนี้

- 1) การสรุปแบบนิรนัย (Infer and Judge Deductive Conclusions)
- 2) การให้ความหมาย (Semantics)
- 3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Determine Credibility of Sources and Observation)
- 4) การสรุปแบบอุปนัย (Infer and judge inductive conclusions)
- 5) การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย (Induction Planning Experiments and Predict Probable Consequences)
- 6) การนิยามและการระบุข้อสันนิษฐาน (Definition and Assumption Identification)

2.7.5.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการคิด และกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้ ความเข้าใจ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ดังแสดงในแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย