

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาเคมี ตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย โดยแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาเคมี ตามแนวทาง 7E

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามแนวทาง 7E

2.2 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

4. ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์
ตามแนวทาง 7E

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหายอย่างเป็นระบบ

สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 75)

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 75)

สาระ มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดสาระสำคัญไว้ทั้งหมด 8 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชาเคมี มีเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้วิชาเคมี ว 3.1 ประกอบด้วยผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ แกนกลาง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางของมาตรฐานการเรียนรู้วิชาเคมี ว 3.1
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง
การเกิดพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรและ เรียกชื่อสารโคเวเลนต์	1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบายและอธิบายการเกิดพันธะ โคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไป ตามกฎออกเตตได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้าง ลิวอิสของสารโคเวเลนต์ได้ 3. นักเรียนสามารถเขียนสูตรโมเลกุล และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ได้ 4. นักเรียนมีความสนใจและเห็น ความสำคัญในเรื่องการเกิดพันธะ โคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ โมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตาม กฎออกเตต การเขียนสูตรและ การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง ไอออนหรืออะตอมของธาตุ ให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะ เคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะ โคเวเลนต์ และพันธะโลหะ
ความยาวพันธะและ พลังงานพันธะ	1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบายและอธิบายความยาว พันธะพลังงานพันธะ และโครงสร้าง ของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้าง เรโซแนนซ์ได้ 2. นักเรียนสามารถใช้ค่าพลังงาน พันธะคำนวณหาพลังงานของ ปฏิกิริยาได้	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง ไอออนหรืออะตอมของธาตุ ให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะ เคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะ โคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง
ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	3. นักเรียนมีความสนใจและเห็นความสำคัญในเรื่องความยาวพันธะพลังงานพันธะ และโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	
รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	1. นักเรียนสามารถทดลอง อภิปราย อธิบายและทำนายรูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายสภาพขั้วและทิศทางของขั้วในโมเลกุลโคเวเลนต์ได้ 3. นักเรียนมีความสนใจและเห็นความสำคัญในเรื่องรูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ และสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	- แรงแย้มเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึกหรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะเคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็นพันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ
แรงแย้มเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายแรงแย้มเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์และสารโคเวเลนต์โครงผลึกง่าย ๆ ได้	- แรงแย้มเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึกหรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะเคมี

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง
แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลโคเวเลนต์	2. นักเรียนมีความสนใจและเห็น ความสำคัญในเรื่องแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์และสาร โคเวเลนต์โครงผลึกวางตาข่ายไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	- พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะ โคเวเลนต์ และพันธะโลหะ
การเกิดพันธะไอออนิก การเขียนสูตรและ เรียกชื่อสารประกอบ ไอออนิก	1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดพันธะ ไอออนิก และโครงสร้างของ สารประกอบไอออนิกได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนสูตรและ เรียกชื่อสารประกอบไอออนิกได้ 3. นักเรียนมีความสนใจและเห็น ความสำคัญในเรื่องการเกิดพันธะ ไอออนิกโครงสร้างของสารประกอบ ไอออนิก การเขียนสูตรและการ เรียกชื่อสารประกอบไอออนิกไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง ไอออนหรืออะตอมของธาตุ ให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะ เคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะ โคเวเลนต์ และพันธะโลหะ
พลังงานกับการเกิด สารประกอบไอออนิก	1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการ เปลี่ยนแปลงพลังงานกับการเกิด สารประกอบไอออนิกและเขียน แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลง พลังงานกับการเกิดสารประกอบ ไอออนิกได้	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง ไอออนหรืออะตอมของธาตุ ให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะ เคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะ โคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง
พลังงานกับการเกิด สารประกอบไอออนิก	2. นักเรียนสามารถทดลอง อภิปราย และอธิบายสมบัติของสารประกอบ ไอออนิกได้ 3. นักเรียนมีความสนใจและเห็น ความสำคัญในเรื่องพลังงานกับการ เกิดสารประกอบไอออนิก และ สมบัติของสารประกอบไอออนิกไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	
ปฏิกิริยาของ สารประกอบไอออนิก และพันธะโลหะ	1. นักเรียนสามารถทดลอง อภิปราย และอธิบายปฏิกิริยาของ สารประกอบไอออนิกได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนสมการ ไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิได้ 3. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบายการเกิดพันธะโลหะและใช้ ความรู้เรื่องพันธะโลหะอธิบาย สมบัติของโลหะได้ 4. นักเรียนมีความสนใจและเห็น ความสำคัญในเรื่องปฏิกิริยาของ สารประกอบไอออนิกและพันธะ โลหะไปใช้ประโยชน์ในชีวิต ประจำวันได้	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง ไอออนหรืออะตอมของธาตุ ให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะ เคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะ โคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ในการวิจัย เรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาเคมี ตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสอดคล้องกับสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร และมาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดคุณภาพผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 79-80)

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์ และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญ ที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10. เข้าใจการเกิด และวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยี ที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใยมีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

การจัดเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จัดเป็นรายภาค คัดนำหน้าของรายวิชาที่เรียนเป็นหน่วยกิต ใช้เกณฑ์ 40 ชั่วโมงต่อภาคเรียน มีค่าน้ำหนักวิชา 1 หน่วยกิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 17-18)

เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

1. ตัดสินผลการเรียนเป็นรายวิชา ผู้เรียนต้องมีเวลาเรียนตลอดภาคเรียน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมดในรายวิชานั้น ๆ
2. ผู้เรียนต้องได้รับการประเมินทุกตัวชี้วัด และผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
3. ผู้เรียนต้องได้รับการตัดสินผลการเรียนทุกรายวิชา
4. ผู้เรียนต้องได้รับการประเมิน และมีผลการประเมินผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนดในการอ่านคิดวิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 24-27)

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังกล่าวข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นให้นักเรียนมีทักษะการค้นคว้า และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายและให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี ตามแนวทาง 7E

การนำแนวทางการเรียนการสอนแบบ 7E มาใช้ในวิชาเคมี ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E
2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทาง 7E มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Szesze, 2001) ซึ่งทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานที่สำคัญคือ ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวันปัญญาของเพียเจต์ (Murphy, 1997; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 210; ทิศนา แชนมณี, 2547, หน้า 90-93) ดังนั้นทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทาง 7E ประกอบด้วย ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) เป็นนักชีววิทยา นักปรัชญาและนักจิตวิทยาชาวสวิส ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็ก และได้สร้างทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา โดยเน้นเกี่ยวกับการพัฒนาโครงสร้างทางความคิดจากเด็กแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ เพียเจต์จำแนกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสติปัญญาและความคิดไว้ 2 กระบวนการ (Driscoll, 1994, p. 179; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 48-49) ดังนี้

1. กระบวนการจัดระบบโครงสร้างความรู้ (Organization) เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้รวบรวม จัดระบบ เรียบเรียงประสบการณ์และความคิดของตนเองอย่างอัตโนมัติและต่อเนื่องเป็นขั้นตอน

2. กระบวนการปรับขยายโครงสร้างความรู้ (Adaptation) เป็นกระบวนการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์ด้วย การปรับตัวของบุคคลประกอบด้วย 2 กระบวนการคือ

2.1 การซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และตีความข้อมูลที่ได้รับรู้ใหม่สอดคล้องกับความรู้เดิมของตนเอง

2.2 การปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และปรับโครงสร้างความรู้เดิมของตนเองให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับรู้ใหม่

เพียเจต์ แบ่งขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กออกเป็น 4 ขั้น เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยเจริญเติบโต (Woolfolk, 1993, pp. 30-31; พรรณี ข.เจนจิต, 2528, หน้า 87-93; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 50-59) ดังนี้

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor Period) ช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้ และการกระทำเด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) ช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดเห็นของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่ไม่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ และเด็กวัยนี้เริ่มใช้ภาษาบอกสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเขาได้

3. **ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational Period)** ช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากอุปรางเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลข และสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

4. **ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Period)** ช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กจะมีการพัฒนาทางสติปัญญาถึงขั้นสูงสุด จะมีวิธีการคิดแบบเดียวกันกับผู้ใหญ่ รู้จักเหตุผลและสามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐาน ตามเกณฑ์แบบวิทยาศาสตร์ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

การนำทฤษฎีของเพียเจต์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การนำทฤษฎีของเพียเจต์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับระดับความรู้ ความเข้าใจของเด็ก เช่น เด็กในระดับมัธยมศึกษาสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมและคิดหาเหตุผลทางนามธรรมได้ การจัดการเรียนการสอนสามารถลดประสบการณ์ตรงลงได้ การจัดการเรียนการสอนควรเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัยและเข้าใจง่าย และประสบการณ์ที่นำมาสอนควรแบ่งเป็น 2 ประเภท ประเภทแรก เป็นประสบการณ์ที่มุ่งฝึกฝนความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมของเด็ก โดยครูจะต้องเลือกประสบการณ์ที่สอดคล้องกับกรอบโครงสร้างความรู้เดิม และประเภทที่สองเป็นประสบการณ์ที่เป็นความรู้ใหม่ เด็กจะเรียนรู้ได้ต้องมีความรู้เดิมเพียงพอ ครูจะต้องคำนึงถึงสิ่งที่นำมาสอน โดยให้เด็กขยายกรอบโครงสร้างความรู้เดิมออกไป ครูควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นการค้นพบ จะต้องให้เด็กเกิด ความสงสัย แล้วให้เด็กสืบเสาะแสวงหาความรู้ ครูควรเปิดโอกาสให้เด็กได้ซักถามแสดงความ คิดเห็นด้วยตนเอง ครูควรให้นักเรียนได้รู้จักตั้งสมมติฐาน สรุปอ้างอิง ออกแบบการทดลอง และ สร้างแบบจำลอง ครูควรฝึกให้เด็กใช้กระบวนการคิด และฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ ในการสอน ครูควรใช้คำถามมากกว่าการให้คำตอบโดยเฉพาะคำถามปลายเปิด และครูควรจัดสิ่งแวดล้อมให้เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรง เด็กจึงจะเกิดการเรียนรู้ (พรณี ข.เจนจิต, 2528, หน้า 98-101)

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สรุปได้ว่า เด็กที่มีอายุ 11-15 ปี สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถคิดหาเหตุผลทางนามธรรมได้ สามารถคิดตั้งสมมติฐาน และ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล และแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นการปฏิบัติ เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาส คิดหาเหตุผล ตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

นักการศึกษาหลายท่านใช้ชื่อเรียกทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน เช่น ทฤษฎีการสร้างความรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (ทิตินา แชมมณี, 2547) เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ไว้ดังนี้

โจแนสเซน (Jonassen, 1992, pp. 138-139 อ้างถึงใน ทิตินา แชมมณี, 2547, หน้า 93) อธิบายและสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จะให้ความสำคัญกับ กระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้ง โครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่า คนทุกคนในโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตน

มาร์ติน และคณะ (Martin et al., 1994, p. 45) ได้อธิบายแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่พบเห็นใหม่

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2541, หน้า 20-21) อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ดังนี้

1. บุคคลทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวและแสวงหาเพื่อที่จะอธิบายสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เหล่านั้น
2. ในการหาคำอธิบาย บุคคลทุกคนได้สร้างโมเดลหรือตัวแทนวัตถุ ปรัชญาการณ และเหตุการณ์ที่ได้พบในสมองของแต่ละบุคคล โดยโมเดลที่สร้างอาจแปลกแตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญ
3. บุคคลทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่ได้รับรู้ ซึ่งความหมายที่สร้างขึ้น อาจได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่น ๆ รอบตัว
4. การสร้างความหมายนี้เกิดขึ้นได้ต่อเมื่อมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้
5. นักเรียนสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น
6. นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ครูเป็นแต่เพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

สุมาลี กาญจนชาติ (2543, หน้า 15-16) อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง โดยนักเรียนแต่ละคนอาจสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้แตกต่างกันตามความรู้เดิมของแต่ละคน
2. การสร้างความรู้ของนักเรียน เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเกี่ยวข้องกับกระบวนการอื่น ๆ อย่างน้อย 3 กระบวนการคือ กระบวนการกำกับตนเอง กระบวนการทางสังคมและกระบวนการสืบสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, หน้า 148) ได้ให้แนวคิด ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ว่า เป็นทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้ว ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2545, หน้า 210) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ว่า เป็นทฤษฎีที่มีหลักการสำคัญในการเรียนการสอนโดยผู้เรียนต้องเป็นผู้กระทำ (Active) และสร้างความรู้

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอน

ทิตินา แคมมณี (2547, หน้า 94-96) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. เป้าหมายของการสอน จะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้
3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้สืบบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง
4. ในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้เต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จาก การเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ การเรียนการสอนต้องเปลี่ยนจาก instruction ไปเป็น construction คือเปลี่ยนจากการให้ความรู้ไปเป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้

7. ในด้านการประเมินการเรียนการสอน ต้องประเมินตามจุดมุ่งหมาย ในลักษณะที่ยืดหยุ่นในแต่ละบุคคล หรืออาจประเมินจากวิธีการที่หลากหลาย เช่น ประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน รวมทั้งการประเมินตนเอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาร์ ยินดีสุข (2548, หน้า 24) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะการณ์ที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่

จากการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทาง 7E ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีพื้นฐานที่สำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทาง 7E ซึ่งทั้ง 2 ทฤษฎีนี้มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน เนื่องจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง แนวคิดในการเรียนการสอนทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์จะบรรจุเป้าหมายได้นั้นวัยของเด็ก และการพัฒนาการทางสมองเป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ และแนวคิดในการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมุ่งเน้นกระบวนการสร้างความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 1977 คาร์พลัส และคณะ (Karplus et al., 1977 อ้างถึงใน จันทรพร พรหมมาศ, 2541, หน้า 16-19) ได้พัฒนาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางวงจรการเรียนรู้ (The Learning Cycle) สำหรับโปรแกรมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study หรือ SCIS) โดยเน้นการเรียนรู้ที่ใช้การสังเกต และประสบการณ์ของนักเรียนเป็นพื้นฐาน โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

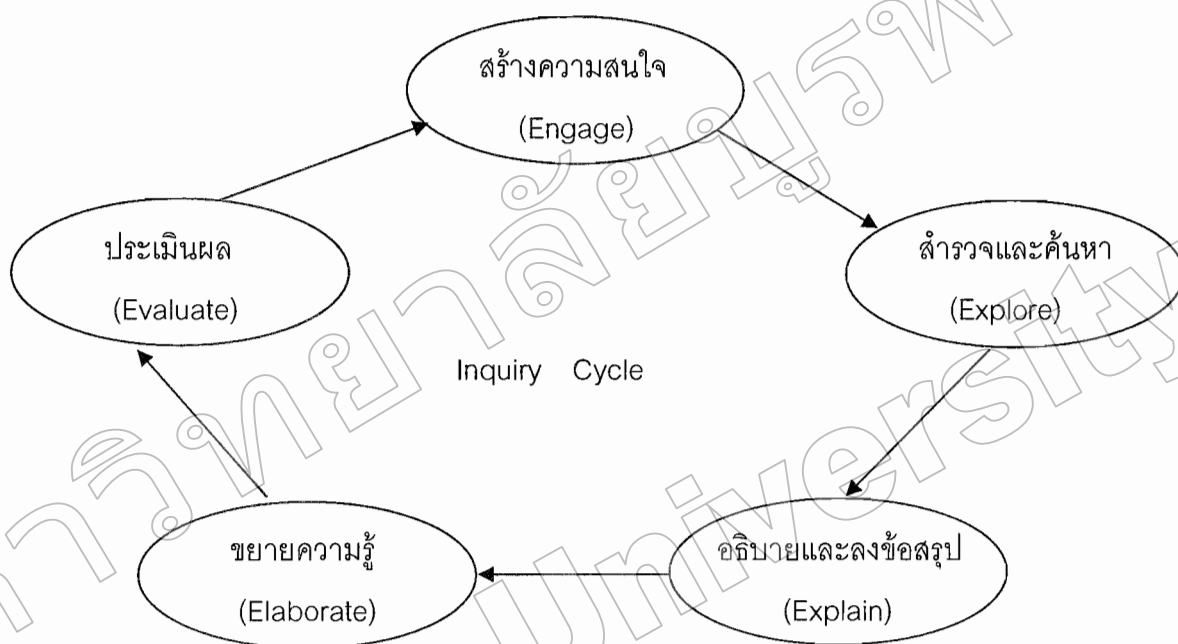
คือ ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) ขั้นการสร้างความรู้ (Invention) ขั้นการค้นพบ (Discovery) ต่อมาคาร์พลัสได้ปรับชื่อขั้นการสร้างความรู้ (Invention) เป็นขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Introduction) และขั้นการค้นพบ (Discovery) เป็นขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept Application) ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จัดบันทึก ครุมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน
2. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Introduction) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะนักเรียนให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นการศึกษาสำรวจ ขั้นนี้ครุมีบทบาทช่วยแนะ และอธิบายศัพท์ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่
3. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept Application) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้ว มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ ทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

มาร์ติน และคณะ (Martin et al., 1994 อ้างถึงใน จันทพร พรหมมาศ, 2541, หน้า 21-22) ได้เสนอขั้นตอนตามวงจรการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้น ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้แนะนำเตรียมกิจกรรม และจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ครูอาจตอบคำถามหรือซักถามเพื่อแนะนำการสังเกต ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะการคิด ส่วนนักเรียนเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง
2. ขั้นการอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสปรับโครงสร้างทางความคิด นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเพื่อสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะและจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนให้เหมาะสมแก่นักเรียน
3. ขั้นการขยายมโนทัศน์ (Expansion) เป็นขั้นที่นักเรียนจัดและรวบรวมประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับแล้วมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ ครูอาจเสนอตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์สำหรับศึกษาสำรวจเพิ่มเติมให้นักเรียน
4. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่สามารถทำได้ทุกขั้นตอนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ไบบี และคณะ (Bybee et al., 1990 cited in Lawson, 1995, pp. 164-165) ได้จัดทำ
หลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS) ของประเทศ
สหรัฐอเมริกา โดยเสนอการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนววงจรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย
5 ขั้น (5E) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545, หน้า 149)

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนว
วงจรการเรียนรู้แบบ 5E มีดังนี้

1. ขั้นสร้าง ความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิด
ความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการ
สำรวจตรวจสอบสืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น
การสังเกต ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม และการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือ
จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ และการนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ หรือ การบรรยายสรุป โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายแนวคิดที่ค้นพบด้วย

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaborate)** เป็นขั้นตอนการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิม หรือ แนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือ นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่น ๆ

5. **ชั้นประเมิน (Evaluate)** เป็นขั้นตอนการประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

อาเธอร์ ไอซ์เซนคราฟต์ (Arthur Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้พัฒนาการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E โดยปรับขยายจากการเรียนการสอนแบบ 5E ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การขยายขั้นตอนจาก 5E เป็น 7E (Eisenkraft, 2003, p. 57)

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E ของไอซ์เซนคราฟต์ มีดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) เป็นขั้นตอน ที่ให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนการสร้าง ความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียน เกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิตข่าวหรือ สถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียน ตั้งคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนให้นักเรียนวางแผน และดำเนินการ สำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล เช่น การสังเกต การวัด การทดลอง และรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการ และวิชาการประกอบอย่างมีเหตุผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนั้นครูจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิด ด้วยตัวนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นตอนการกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถามเสนอแนวทางแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และ ออกแบบทดลอง
6. ขั้นประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้ง การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่ นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการ ประเมิน
7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นตอนการส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยง ความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E เป็นการเรียนการสอน ที่เน้น นักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเพิ่มความสำคัญของขั้นทบทวนความรู้เดิม และขั้นขยายความคิด รวบยอด หรือการเชื่อมโยงความคิด เพราะการทบทวนความรู้เดิม เป็นการช่วยให้นักเรียนใช้ ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือประสบการณ์ใหม่ ซึ่งจะทำให้ นักเรียน เชื่อมโยงความคิดรวบยอดใหม่ และการขยายความคิดรวบยอด เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยง

และแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้นักเรียนมีความคงทนของความรู้ เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทาง 7E ของไอเซนคราฟต์ มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เนื่องจากมีการเชื่อมโยงของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ของนักเรียนที่ชัดเจน มีการจัดวางของขั้นตอนอย่างเป็นระบบต่อเนื่องของการเรียนรู้ นักเรียนได้คิดและปฏิบัติหาคำตอบ จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาการเรียนการสอน โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ (Eisenkraft, 2003, pp. 56-59)

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E ครูและนักเรียนควรมีบทบาท ดังตารางที่ 2 (Bybee et al., 1990 cited in Lawson, 1995, pp. 164-165; Eisenkraft, 2003, p. 57)

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียน ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นทบทวน ความรู้เดิม (Elicit)	1. ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้ เดิมของนักเรียน 2. อธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง กับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน	1. ตอบคำถามและแสดงความ คิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่าง ๆ 2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับ เพื่อนในชั้นเรียน
2. ขั้นสร้าง ความสนใจ (Engage)	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุม สิ่งที่นักเรียนรู้หรือคิดเกี่ยวกับ ความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ 5. กำหนดประเด็นเพื่อเชื่อมโยง สู่ปัญหาที่จะให้นักเรียนศึกษา	1. ตอบคำถาม คิดและตั้งคำถาม จากสถานการณ์ สื่อการสอนหรือ ข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความสนใจและ อยากรู้อยากเห็น 2. ศึกษา คิด และกำหนดปัญหา

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Explore)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจและค้นหาคำตอบ - สังเกตและฟังการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัย ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตเรื่องที่เรียน - ลงมือปฏิบัติโดยการตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกต และให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป
4. ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป (Explain)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขั้นขยาย ความรู้ (Elaborate)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการสืบค้น - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เรียนมาแล้ว - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือแนวคิดอะไร	- นำการสืบค้นส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจและออกแบบการทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน
6. ขั้นประเมิน (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินทักษะการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและประเมินความรู้ของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ	- ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
6. ขั้นประเมิน (Evaluate)	5. ถามคำถามปลายเปิด เช่นทำไม นักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐาน อะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับ สิ่งนั้นและจะอธิบายสิ่งนั้นว่า อย่างไร	
7. ขั้นขยาย ความคิด รวบยอด (Extend)	1. สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่ สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนหรือ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยง ความรู้กับความรู้อื่น ๆ 3. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่	1. นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับ ความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายหรือ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง 7E เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้สืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ได้และเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ และที่สำคัญการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทาง 7E มีเป้าหมายที่ชัดเจนคือการให้ความสำคัญขั้นทบทวนความรู้เดิม และขั้นขยายความคิดรวบยอด ซึ่งมีผลให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ดีขึ้น นักเรียนได้คิดและทำอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจเลือก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทาง 7E ของ ไอซ์เซนคราฟต์ มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ ดังนี้

คลอฟเฟอร์ (Klopfer, 1971 อ้างถึงใน พิมพ์นธ์ เดชคุปต์, 2545, หน้า 110-113) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

สมจิตร สวธนไพบูลย์ (2535, หน้า 2) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นผลิตผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 329) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, หน้า 160) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในวิทยาศาสตร์

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้ในด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาเคมี ในด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ซึ่งวัดด้านการปฏิบัติและการวัดเนื้อหา (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 29)

การวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไว้ ดังนี้

คลอฟเฟอร์ (Klopper, 1971 อ้างถึงใน พิมพ์นธ์ เดชคุปต์, 2545, หน้า 110-113) อธิบายเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ มีรายละเอียดดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือและการฟังคำบรรยาย พฤติกรรมด้านความรู้ความจำมีพฤติกรรมย่อย 9 ประเภท คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เป็นผลของความคิดสรุปรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายสัญลักษณ์

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวคิดที่สำคัญ

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ พฤติกรรมด้านความเข้าใจมีพฤติกรรมย่อย 2 ประเภท คือ

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปยังรูปสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of Science) หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินงานต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึงพฤติกรรมที่ผู้เรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ ได้แก่

4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

4.2 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น

4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2542, หน้า 27-29) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับ เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดสอง ลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผลจึงจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีเกณฑ์ 4 ด้าน

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและ แปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการ สืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่ว ชำนาญสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สามารถวัดพฤติกรรม ในด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ ไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน พบว่ามีการงานวิจัยที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาเคมี ดังนี้

ทีน (Tien, 1999, p. 2951-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้วงจรการเรียนรู้ MORE (Model Observe Reflect Explain) ทดลองสอนวิชาเคมีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย โดยให้ทำโครงการปฏิบัติการทดลองซึ่งประกอบด้วย การสำรวจตรวจสอบความคิดรวบยอดโดยการสืบสวน สอดส่องด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการอภิปรายและการค้นพบ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเคมี ความคิดรวบยอดวิชาเคมี ทักษะการสืบสวน สอดส่อง และความเชื่อด้านการปฏิบัติการด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ฮิลล์ (Hill, 2000, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้วงจรการเรียนรู้ ในการสอนปฏิบัติการวิชาเคมีเพื่อชีวิต สิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์สุขภาพแก่นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดี

อ่ำไพ กำลังหาญ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธีสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์กับสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องโครงสร้างอะตอมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สถาปนา เกษมศิลป์ (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547, หน้า 62) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมี ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนเรื่องพันธะเคมี ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีแนวคิดที่ถูกต้องในหัวข้อพันธะไอออนิก ร้อยละ 87.50 พันธะโคเวเลนต์ร้อยละ 85 รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ร้อยละ 75

สมบัติของสารโคเวเลนต์และพันธะโลหะร้อยละ 82.50 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

ดำเนิน ยาท่วม (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนปัญหา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์มากที่สุด

อังคณา ต่อดิต (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพ 80.38/80.43 นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.34 และมีความคงทนในการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 99.16

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนดังกล่าวข้างต้น พบว่า การสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ วิธีสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง วงจรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา และการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความหมายของการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ สรุปได้ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, p. 518) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดแทนสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

กาเย่ (Gagne, 1985, p. 63) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภท หลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า

ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทความคิดรวบยอด ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะที่สัมพันธ์กันของสิ่งเร้าทั้งหมด

กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์ (2528, หน้า 259) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่าเป็นประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม นำมาแก้ปัญหาใหม่ที่พบ ซึ่งในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดี ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของเชอวี่ปัญญา การเรียนรู้ การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวิธีการแก้ปัญหามักต่างกัน แล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียน และสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 332) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นการมองเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหาประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ คือ การยอมรับและมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐานการเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานและการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, หน้า 145) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่าเป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ สร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญวิตกกังวล ความยุ่งยากสับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 105) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่าเป็นการหาคำตอบที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อนทั้งเนื้อหาในด้านวิทยาศาสตร์โดยตรงและปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ

สุวิทย์ มูลคำ (2551, หน้า 47) ได้ให้ความหมายการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นความสามารถทางสมองที่จะคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญที่ทำให้สภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามหาหนทางคลี่คลายขจัดปัดเป่าประเด็นสำคัญเหล่านั้นให้กลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

จากความหมายของการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตน เพื่อหาคำตอบที่สงสัย

องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ สรุปได้ดังนี้

สโตลเบิร์ต (Stollbert, 1956, pp. 225-228) ได้ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอน และไม่ปฏิบัติตามลำดับขั้น อาจสลับก่อนหลัง หรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะของสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

มอร์แกน (Morgan, 1978, pp. 154-155) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สถิติปัญญา ผู้ที่มีสถิติปัญญาดีจะแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ความพร้อมที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ซูซีฟ อ่อนโคสูง (2522, หน้า 121-123) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาในการเรียนไว้ 3 ประการ คือ

1. ตัวผู้เรียน (Condition in Learner) ซึ่งได้แก่ ระดับเชาว์ปัญญา ลักษณะทางอารมณ์ อายุ แรงจูงใจ ตลอดจนประสบการณ์ของผู้เรียน
2. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา (Condition in Learning Situation) ถ้าปัญหาที่ผู้เรียนสนใจหรือมีผู้ชี้แนะ จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหาหรือปัญหาที่มีความต่อเนื่องวิธีการคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยเรียนรู้ ก็ย่อมแก้ปัญหาได้โดยง่าย
3. การแก้ปัญหาเป็นหมู่ (Problem Solving in Group) คือ การอาศัยความร่วมมือของคนหลาย ๆ คน ในการร่วมกันแก้ปัญหา

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2524, หน้า 267-268) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญในการแก้ปัญหว่า ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดี ขึ้นกับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถของเชอวี่ปัญญา ผู้ที่มีเชอวี่ปัญญาสูง ย่อมสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีระดับเชอวี่ปัญญาดำ

2. การเรียนรู้ ในการแก้ปัญหาได้สำเร็จและรวดเร็วเกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการรู้อย่างแท้จริง สามารถจับหลักการต่าง ๆ ในขณะที่เรียนรู้ได้ได้อย่างเข้าใจถ่องแท้ เมื่อประสบปัญหาเช่นนี้อีก หรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันจะแก้ปัญหาได้รวดเร็วและถูกต้อง

3. การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล โดยอาศัยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ข้อเท็จจริง และความรู้จากประสบการณ์เดิม

3.2 จุดมุ่งหมายในการคิดและการแก้ปัญหา

3.3 ระยะเวลา

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหามองบุคคลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ในการแก้ปัญหามองบุคคลนั้น จะประสบผลสำเร็จของการแก้ปัญหาและประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา คือ ระดับสติปัญญา ลักษณะอารมณ์ อายุ ความคิด แรงจูงใจ ความพร้อม ประสบการณ์ และการเลือกวิธีการแก้ปัญหาย่างเหมาะสม สภาพแวดล้อม

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายวิธี

ดังนี้

บลูม (Bloom, 1956, p. 62) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน

ดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาปัญหาและสิ่งที่เคยพบ เคยเห็น และเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 สร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนั้น บลูม (Bloom, 1956, p. 122) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 4 เป็นส่วนของการนำมาใช้ในขั้นที่ 5 และขั้นที่ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจส่วนความรู้ความจำเป็นว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในขบวนการคิดแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1957, pp. 6-22) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับการคิดแก้ปัญหาสรุปไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
- ขั้นที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 3 การลงมือทำตามแผน
- ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p. 313) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ
- ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นการเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล
- ขั้นที่ 5 ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่

เวียร์ (Weir, 1974, pp. 17-18) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุด ภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาวิเคราะห์แยกแยะ สาเหตุของปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิดค้น และเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการเสนอวิธีแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, หน้า 151-152) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา

สุวิทย์ มูลคำ (2551, หน้า 47) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐานหรือการหาสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 5 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปผล

จากการศึกษาขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลได้พบกับปัญหาจากนั้นต้องการหาคำตอบของปัญหา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นด้วยการระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การคิดหาวิธีการแก้ปัญหาแล้วดำเนินการแก้ปัญหาและการประเมินผลของการแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาก็ต้องมีกระบวนการแก้ปัญหายังเป็นระบบ มีขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจนและสามารถปฏิบัติตามได้ง่าย และจากการศึกษางานวิจัย พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และได้ใช้ขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหานักเรียน (Weir, 1974) ได้แก่ กมลทิพย์ ต่อติด (2544, หน้า 53) ดร.ณิ พรายแสงเพชร (2548, หน้า 44) ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548, หน้า 26) จนิศร ราชรักษ์ (2548, หน้า 18) พฤกษ์ ไปรงสำโรง (2549, หน้า 30) และศิริเพ็ญ ยิงขาว (2549, หน้า 21) พบว่าสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยสนใจนำขั้นตอนการแก้ปัญหานักเรียน มาศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนและใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก็เป็นการวัดที่มีลักษณะทางจิตวิทยา ต้องใช้เครื่องมือที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา ดังนั้นครูจึงควรวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้งด้านการทดสอบและสังเกตพฤติกรรมเช่นเดียวกับการประเมินผลการทดสอบอื่น ๆ (Beyer, 1987)

สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2539, หน้า 66-74) ได้เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน ไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต การสังเกตการณ์การแก้ปัญหานักเรียนมี 2 วิธี คือ

1.1 การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลา เมื่อผู้สอนมีความใกล้ชิดสนิทสนมกับผู้เรียน เช่น เวลาผู้เรียนตอบคำถามหรือในการทำงาน ผู้สอนต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

1.2 การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบมีการจัดทำรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า

2. การประเมินตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองว่ามีพฤติกรรมในเรื่องการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่งหรือการร่วมคิดแก้ปัญหา ร่วมกับกลุ่มโดยผู้เรียนอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา

3. แบบสำรวจรายการ ใช้เพื่อประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ ให้อย่างชัดเจน

4. แบบทดสอบข้อเขียน การทดสอบข้อเขียนเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย จะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่สามารถสะท้อนการคิด การสร้างแนวความคิดโดยเฉพาะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสนใจขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ มาใช้ในการศึกษาและใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และขั้นที่ 3 ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเพียง 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และขั้นที่ 3 ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ผู้วิจัยไม่ได้นำมาเป็นแนวทางในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่า ขั้นตอนการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา เป็นพฤติกรรมที่ไม่สามารถวัดได้ในเชิงประจักษ์ และระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษาพฤติกรรมในขั้นดังกล่าว

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่ามิงงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และได้นำขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

กมลทิพย์ ต่อติด (2544) ได้ศึกษาผลของการฝึกกระบวนการสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย ประกอบด้วยคำถามจากปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน และสถานการณ์ 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ และในแต่ละคำถามมี 4 ตัวเลือก และเกณฑ์การให้คะแนนการตอบคำถามแต่ละข้อโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบให้ 0 คะแนน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกกระบวนการสืบสอบมีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกกระบวนการสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกกระบวนการสืบสอบมีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดรฤณี พรายแสงเพชร (2548) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ โดยสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบเอสเอสซีเอส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย ประกอบด้วยคำถามและสถานการณ์ 12 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ และในแต่ละคำถามมี 4 ตัวเลือก และเกณฑ์การให้คะแนนการตอบคำถามแต่ละข้อโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ เอสเอสซีเอส

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วนิดา ราชรักษ์ (2548) ได้พัฒนาแบบฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยสร้างแบบฝึกทั้งหมด 12 แบบฝึกกำหนดกิจกรรมเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นเตรียม ขั้นฝึกฝนและขั้นให้ผลที่น่าพอใจ โดยในขั้นฝึกฝนจะมีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแบบฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริเพ็ญ ย่างขาว (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหอนาคตโดยสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ และในแต่ละคำถามมี 4 ตัวเลือก และเกณฑ์การให้คะแนนการตอบคำถามแต่ละข้อโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหอนาคต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาขั้นตอนแก้ปัญหาของเวียร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของเวียร์ ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจและนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย มีการกำหนดเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ในแต่ละสถานการณ์จะถาม 3 คำถามตามลำดับ ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และขั้นที่ 3 ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ ตาม แนวทาง 7E

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ ตาม แนวทาง 7E ในประเทศไทย

ดลกาญจน์ วงษ์สุวรรณ (2549) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ตามแนวคิดของไอซ์เซนคราฟต์กับการสืบเสาะแบบสสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืชและการจำแนกสัตว์และแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ตามแนวคิดของไอซ์เซนคราฟต์ มีแนวความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืชและการจำแนกสัตว์ และมีแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบสสวท.

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549) ได้ศึกษา ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้การสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนรู้การสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และ ความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยสูงกว่าร้อยละ 70 และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้การสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และ ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ ตาม แนวทาง 7E ในต่างประเทศ

โซเมอร์ (Somers, 2005, p. 30) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้การสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่องพืชชายฝั่งของมลรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้การสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โกเนน (Gonen, 2006) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้การสอน 7E ตามแนวการเรียนรู้การสอนคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิต ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนรู้การสอน 7E ตามแนวการเรียนรู้การสอนคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ

นักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์ มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง 7E ในประเทศไทย และต่างประเทศ ดังกล่าวข้างต้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทาง 7E ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น รวมทั้งช่วยพัฒนาแนวคิดที่ดีต่อการเรียนและความคิดรวบยอดของนักเรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทาง 7E ของไอซ์เซนคราฟต์ มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพนักเรียน และการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีต่อไป