

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านวังพรม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
2. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านวังพรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21
4. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)
5. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
6. แผนการจัดการเรียนรู้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

1. ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 92 - 93) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิสัยทัศน์ ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge - based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญใน

การค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

1.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

1.4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

1.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

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

1.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 5) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านวังพรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. วิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนบ้านวังพรม (2553 : 11) ได้กล่าวถึงวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่าหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากลแต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้ ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจ และวิถีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

2. คุณภาพผู้เรียน

คุณภาพผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้ (โรงเรียนบ้านวังพรม, 2553 : 12)

- 2.1 เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
- 2.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสาร และการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย
- 2.3 เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า
- 2.4 เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 2.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คัดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผน และสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ
- 2.6 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษา ความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ
- 2.7 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้
- 2.8 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชมยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
- 2.9 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า
- 2.10 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้โรงเรียนบ้านวังพรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารและโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้มาใช้ประโยชน์ (โรงเรียนบ้านวังพรม, 2553 : 180)

ตาราง 1 วิเคราะห์ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. ทดลองและอธิบายสมบัติของวัสดุชนิดต่างๆ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และความหนาแน่น	ความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และความหนาแน่นเป็นสมบัติต่างๆของวัสดุ ซึ่งวัสดุต่างชนิดกันจะมีสมบัติบางประการแตกต่างกัน	ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมปฏิบัติ การทดลองสมบัติของวัสดุต่างๆ บันทึกผล สรุปผลการทดลองและอธิบายสมบัติของวัสดุชนิดต่างๆ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้าและความหนาแน่น เขียนรายงานและนำเสนอด้วยวาจา
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ในชีวิตประจำวัน การนำวัสดุต่างๆ มาใช้ทำสิ่งของเครื่องใช้ต้องคำนึงถึงสมบัติของวัสดุนั้นๆ	ตั้งคำถาม วางแผนการสืบค้นข้อมูล สังเกต รวบรวมข้อมูล บันทึกข้อมูล อภิปราย แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบายการนำวัสดุไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เขียนรายงานและนำเสนอผลงาน

4. ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้โรงเรียนบ้านวังพรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (โรงเรียนบ้านวังพรม, 2553 : 195)

ตาราง 2 วิเคราะห์ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร / ผู้เรียนทำอะไรได้
1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็น หรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ 2. วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์ สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ 3. เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสมให้ได้ผลที่ครอบคลุมและเชื่อถือได้ 4. บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ วิเคราะห์ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป 5. สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจ ตรวจสอบต่อไป 6. แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย ลงความเห็น และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ 7. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง 9. นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนรายงานแสดงกระบวนการและผล ของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	นำไปแทรกในสาระที่ 1 - 7 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โทพลิส (Toplis, 2011 อ้างถึงใน สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556 : 57) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาและปริมาณความรู้ที่มีมากขึ้นในแต่ละวัน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในยุคก่อนเป็นการถ่ายทอดความรู้โดยใช้วิธีบรรยาย และใช้ปฏิบัติการเป็นสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราววิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ อย่างไรก็ตาม การทำปฏิบัติการในยุคก่อนจนถึงปัจจุบันยังคงเป็นการเฉลยคำตอบในระหว่างที่ผู้สอนบรรยาย จึงทำให้ผู้เรียนปัจจุบันไม่ค่อยสนใจการทำปฏิบัติการมากนัก

ในช่วงศตวรรษที่ 20 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจในเนื้อหาโดยผ่านการค้นคว้าและสืบเสาะโดยการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ในปลายศตวรรษที่ 20 มีการเปลี่ยนแปลงโดยลดทอนความรู้ที่ไม่จำเป็นต่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงโดยเน้นเฉพาะสาระที่สำคัญและใช้กระบวนการสืบเสาะ (inquiry) เป็นรากฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถหาความรู้ได้จากการสืบเสาะ แต่ยังไม่เข้าใจการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติที่ควรเป็น นอกจากนี้ปฏิบัติการส่วนใหญ่ที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยเป็นบทปฏิบัติการที่เลียนแบบมาจากต่างประเทศ และตัวอย่างต่างๆ ที่พบในบทเรียนเป็นตัวอย่างที่ไกลตัวผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกลไกการทำงานของวิทยาศาสตร์ได้ยาก ดังนั้นการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงปรับเปลี่ยนมาเป็นหลักสูตรสถานศึกษาหลักสูตรท้องถิ่น และควบคุมมาตรฐานโดยใช้สาระแกนกลางและตัวชี้วัดร่วมกันทั้งประเทศ หรือที่เรียกว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

โทปิส (Toplis, 2011 อ้างถึงใน สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556 : 59) การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ว่า วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร (Howscience work) ซึ่งมีองค์ประกอบที่เป็นแก่นหลักของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่

1. การศึกษาประวัติและปรัชญาของวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ เรียนรู้วิธีการคิดของนัก วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความซาบซึ้งใจและทำให้ผู้เรียนต้องการเรียนร่วมกับนักวิทยาศาสตร์หรือเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนวาดภาพหรือจินตนาการไว้
2. การทดลองและสืบค้นข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ผู้เรียนคาดหมายไว้ และ
3. เรียนรู้วิธีการให้เหตุผลเพื่อนำไปสู่การอภิปราย วิเคราะห์ รวมถึงการสังเคราะห์ประมวลความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้งานต่างๆ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้วิธีการหลากหลายและใช้สื่อการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีแบบเดิม (conventional technology) และเทคโนโลยีดิจิทัล (digitaltechnology)

การออกแบบรายวิชาให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงภาวะแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (brain-based learning) โดยเน้นความเข้าใจของผู้เรียน ทำให้เกิดเรียนรู้เต็มศักยภาพ การใช้การคิดวิเคราะห์ กระบวนการสะท้อนกลับและการขยายความรู้ และการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ได้แก่

1. การแนะนำผู้เรียนให้เรียนรู้ได้อย่างอิสระ
2. การจัดให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้ไปใช้ในบริบทต่าง ๆ กัน
3. สร้างให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดในแง่มุมมองที่หลากหลายและควบคุมความคิดที่

ต้องการแสดงออกด้วยตนเองได้ การเรียนรู้ในบริบทศตวรรษที่ 21 อาจจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายแบบทั้งที่เป็นทางการ (formal learning) และไม่เป็นทางการ (informal learning) ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ (constructivist learning model) จากความรู้เดิม บริบทแวดล้อม การสนทนากับผู้รู้ รวมถึงการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ วิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความจำในระยะยาวหรือความคงทนของความรู้ (retention) ได้ดีขึ้น

3. แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

สตีวา ลังการ์พินธุ์ (2551 : 99 - 103) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริง คุณครูหลาท่าน น่าจะทำอยู่แล้วอย่างสม่ำเสมอ เพียงนักเรียนมองเห็นว่าแนวคิดหลัก หรือกระบวนการที่เรารู้ นั้น สามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ ใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง ก็เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย เพราะปรากฏการณ์หรือประดิษฐ์กรรมใด ๆ รอบตัวเรา ไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ใดเพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ง่าย ๆ เช่น การคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วน เชื่อมโยงสู่ความรู้ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีการผลิต และการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์ วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลายจนน่าแปลกใจ

2. การสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สืบเสาะแนวคิดและเหตุผล เปรียบเทียบแนวคิดต่าง ๆ โดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐาน ก่อนการตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่ง นับเป็นกระบวนการเรียนรู้สำคัญ ที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้น แต่ยังเป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถาม นับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนจุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่ง แต่ผู้เขียนได้แยกโครงงานออกมาเป็นหัวข้อเฉพาะ เนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจน การสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา หรือให้ข้อมูลสำหรับศึกษาวิเคราะห์ หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบ ตามข้อจำกัดของเวลาเรียน วัสดุอุปกรณ์ หรือปัจจัยแวดล้อมต่างๆ แต่การทำโครงงานนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนด้วย

ตนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหา ศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้อง ออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการ ลงข้อสรุป และสื่อสารสิ่งที่ค้นพบ (บางครั้งครูอาจกำหนดกรอบกว้างๆ เช่น ให้ทำโครงการเกี่ยวกับพลังงานทดแทน โครงการเกี่ยวกับการใช้คณิตศาสตร์ในผลิตภัณฑ์ของชุมชน เป็นต้น) โครงการในรูปแบบสิ่งประดิษฐ์จะมีการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างโดดเด่น แต่โครงการในรูปแบบอื่น ทั้งโครงการเชิงทดลอง เชิงสำรวจ หรือเชิงทฤษฎี ก็มีคุณค่าควรแก่การสนับสนุนไม่แพ้กัน แม้นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการทำโครงการ แต่บทบาทของครูในการให้คำปรึกษาระหว่างนักเรียนทำโครงการนั้นเป็นบทบาทที่สำคัญและท้าทาย เนื่องจากครูมีความรับผิดชอบในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ความสามารถตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ โดยครูต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ไปพร้อมๆ กับนักเรียนในทุกหัวข้อโครงการ

4. การสร้างสรรค์ชิ้นงาน แนวคิดนี้ไม่ได้เป็นแนวคิดใหม่เลยเสียทีเดียว ผู้เขียนยังจดจำประสบการณ์วัยเด็กได้ว่า มีโอกาสประดิษฐ์สิ่งของ อุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็น การสานพัด การร้อยมาลัย การประดิษฐ์เครื่องดนตรี สมุดภาพ การจัดป้ายนิเทศ เด็กๆ ทุกวันนี้ อาจได้รับการมอบหมายให้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่แตกต่างไปจากยุคก่อน เช่น ประดิษฐ์ป้ายไฟ รดน้ำพวงพุ่มแสงอาทิตย์ ถ่ายหนังสือ ทำมัลติมีเดียสำหรับนำเสนองาน ประสบการณ์การทำชิ้นงานเหล่านี้ สร้างทักษะการคิด การออกแบบ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์ การประดิษฐ์ชิ้นงานเหล่านี้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ อย่างไม่รู้ตัว บางครั้งครูอาจจัดให้นักเรียนสะท้อนความคิดว่าได้เกิดประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำ เพราะเป้าหมายของการเรียนรู้อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกัน หากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียว อาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้บทเรียนสำคัญมากมายระหว่างทาง

5. การบูรณาการเทคโนโลยี เพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูก็ได้ก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอีกก้าวหนึ่งแล้ว เทคโนโลยีที่ครูสามารถใช้ประโยชน์ในชั้นเรียนปัจจุบันนี้ได้ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูล ลักษณะต่างๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่ง วิดิทัศน์ และมัลติมีเดีย การใช้ อุปกรณ์ sensor/data logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบ การใช้ซอฟต์แวร์จัดการกระทำวิเคราะห์ข้อมูล และเทคโนโลยีอื่นๆ อีกมากมาย การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้ กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้ความรู้ แก้ปัญหา และทำงานร่วมกัน รวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคตด้วย

6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพัฒนาพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้และ

สร้างนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ที่ครอบคลุม 4C คือ Critical Thinking (การคิดเชิงวิพากษ์) Communication (การสื่อสาร) Collaboration (การทำงานร่วมกัน) และ Creativity (การคิดสร้างสรรค์) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น สามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มาก อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงาน หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้น ดังนั้นในบทเรียนอื่นๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ติ (ฝึกคิดเชิงวิพากษ์) หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ (ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์) ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น ตามสภาพจริงของชั้นเรียน

7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน ครูหลายท่านอาจเคยมีประสบการณ์กับผู้ปกครองที่ไม่เข้าใจแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน แต่มุ่งหวังให้สอนเพียงเนื้อหา ดิวข้อสอบ อยากให้ครูสร้างเด็กที่สอบเรียนต่อได้ แต่อาจใช้ชีวิตไม่ได้ในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงาน เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้น สร้างชิ้นงาน หรือทำโครงงาน ผู้ปกครองไม่ให้การสนับสนุน หรืออีกด้านหนึ่งผู้ปกครองรับหน้าที่ทำให้ทุกอย่าง อย่างไรก็ตาม หวังว่าผู้ปกครองทุกคนจะไม่เป็นไปตามที่กล่าวข้างต้น ผลงานจากความสามารถของเด็ก เป็นอาวุธสำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อสนใจผู้ปกครองและชุมชนให้ให้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชน สำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในห้องถิ่น ศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้ชุมชนรับทราบ ตลอดจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชน กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเอง อาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชน และสามารถสร้างการมีส่วนร่วม ความภาคภูมิใจ และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกเป็นเจ้าของ ร่วมรับผิดชอบคุณภาพการจัดการศึกษาในห้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในห้องถิ่น การให้นักเรียนศึกษาปัญหาปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะโครงงาน ตลอดจนการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง ครูไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบ หรือครูช่วยไม่ได้ แต่ควรใช้เครือข่ายที่มี เชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในห้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เครือข่ายดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้ง ศิษย์เก่า ผู้ปกครอง ปราชญ์ชาวบ้าน เจ้าหน้าที่รัฐ หรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาในห้องถิ่น ครูสามารถเชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบาง

หัวข้อ หรือใช้เทคโนโลยี เช่น การประชุมผ่านวีดิทัศน์ เอื้ออำนวยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุยให้ความคิดเห็น หรือวิพากษ์ผลงานของนักเรียน เป็นต้น

9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (informal learning) เด็กๆ นั้นรักความสนุกหากเราจำกัดความสนุกไม่ให้อึดอัดเกินไปในห้องเรียน ความสุขคงอยู่ห่างไกลจากครูและจากเด็กไปเรื่อยๆ แต่จะบูรณาการความสนุกสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทาย เพลิดเพลิน ให้การเรียนรู้เหมือนเป็นการเล่น แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องสร้างความรู้และความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วย การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ได้รับความนิยม คือ การจัดกิจกรรมค่าย การเรียนรู้จากเพลง เกม ละคร หรือการประกวดแข่งขัน กิจกรรมเหล่านี้เป็นโอกาสดีที่จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชน เช่น อาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่าย เป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ หรือให้การสนับสนุนของรางวัล

10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (non-formal learning) เมื่อครูได้ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้นแล้ว อาจมองออกนอกขอบเขตรั้วโรงเรียน สร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิต ให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชน ร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มในท้องถิ่น เช่น เส้นทางศึกษาธรรมชาติ หรือประยุกต์ความรู้สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนำเสนอข้อมูลภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรมในชุมชน สร้างหอเกียรติยศสะเต็มของหมู่บ้าน เพื่อนำเสนอเรื่องราวการใช้ความรู้สะเต็มในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาคุณภาพชีวิต เช่น ผลงานด้านการเกษตร ด้านสาธารณสุข ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวทางให้ผู้เรียนและผู้สอนได้เรียนรู้ร่วมกันในภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้โดยวิธีที่หลากหลายและเน้นการใช้วิธีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรใช้สื่อต่างๆ และการลงมือปฏิบัติให้มากกว่าวิธีบรรยาย การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เรื่องประวัติและปรัชญาวิทยาศาสตร์ การสืบค้นและการทดลอง และวิธีการใช้เหตุผลเพื่อให้เกิดความซาบซึ้งใจในการค้นพบและแนวคิดของวิทยาศาสตร์และติดตามความคิดของนักวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างแนวทางการเรียนรู้ของตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น(7E)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปลงเป็นหลักการกฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ (2546 : 8) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการอินไควรี (Inquiry Learning) นั้นผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยการสืบค้นหาข้อมูลที่เกิดจากความคิดของตนเองและของกลุ่มจากการคิดก่อให้เกิดข้อสงสัย นำไปสู่การทดลองเพื่อหาคำตอบ

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2548 : 73) ได้สรุปลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการสืบค้นหาความรู้ ความจริง หลักการและกฎธรรมชาติ โดยการถาม-ตอบอย่างเป็นระบบด้วยการอิงอาศัยการวิจัยแห่งวิธีวิทยาศาสตร์ทั้งทางโลกและทางธรรม

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548 : 63) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบสวนหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนได้แสดงบทบาทในการแสวงหาความรู้อย่างแท้จริง ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทำนายผลและการนำความคิดที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

กล่าวโดยสรุป การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่จัดขึ้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง โดยฝึกฝนการใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล กระบวนการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อมูลสนับสนุนในการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ค้นหาคำตอบของปัญหาที่ถูกต้องและนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้จัดสภาพการเรียนการสอนที่เหมาะสมและกระตุ้นให้นักเรียนสืบสวนหรือค้นหาคำตอบในประเด็นต่างๆ อย่างกระตือรือร้น

2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนการสอน ครูสามารถเลือกจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่างๆ ในการสืบเสาะหาความรู้ตามบริบทของผู้สอน ผู้เรียน โรงเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ตามความเหมาะสมโดยครูเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ต่างๆ และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ไฮแกน และ เบอร์โกวิตซ์ (Hogan and Berkowitz , 2000) เปลี่ยนการสอนที่เน้นให้นักเรียนอธิบายจากในหนังสือเป็นการสำรวจคำถามและหัวข้อที่น่าสนใจต่างๆโดยการยัดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คี และ เคนนีย์ (Keys and Kennedy,1999) กล่าวคือให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามจากความรู้ที่มีอยู่ให้คำอธิบาย ตั้งสมมติฐาน วางแผนการสำรวจ ค้นคว้าอย่างง่ายๆ รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต อธิบายความรู้โดยมีหลักฐานอ้างอิง การพิจารณาคำอธิบายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายของตนเอง การสื่อสารคำอธิบาย การตรวจสอบคำอธิบาย(National Research Council, 2000) โดยมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอรูปแบบกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้หลากหลาย ดังนี้

2.1 รูปแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของ Renner และ Stafford

เรนเนอร์ และ สตาฟฟอร์ด (Renner & Stafford, 1972 อ้างถึงใน ภาพ เลหาไฟบูลย์, 2542 : 125) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการในการสำรวจ-การสร้างรูปแบบแนวคิด-การสืบค้นหาความรู้ (Exploration – Invention - Discovery) โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นการสำรวจ เป็นการสำรวจสถานการณ์ต่างๆ ได้แก่ วัสดุ ปรากฏการณ์ หาคำอธิบายทั่วไปและตั้งสมมติฐาน เสนอแนะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
- 2) ขั้นการสร้างรูปแบบแนวคิด เป็นการสร้างรูปแบบแนวคิดและหลักการต่างๆ
- 3) ขั้นการสืบค้นหาความรู้ เป็นการสืบค้นหาความรู้ เมื่อได้มโนมติ หลักการต่างๆแล้วก็ทำการขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเริ่มทำการสำรวจใหม่อีกเป็นวงจรของการเรียนรู้ (Learning Cycle) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีที่จะเรียน (Learning How to Learn)

2.2 รูปแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของ Carin และ Sund

คาริน และ ซันด์ (Carin & Sund,1980) (อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544:18-20) แบ่งวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

แบบที่ 1 Guided Discovery เป็นวิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง วิธีนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน โดยเตรียมวิธีการปฏิบัติการทดลองไว้แล้วเป็นระดับง่ายที่สุด

แบบที่ 2 Less Guided Discovery เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน วิธีนี้ครูมีบทบาทลดลงเมื่อเทียบกับวิธีในข้อ 1 นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่ซับซ้อนกว่าแบบที่ 1

แบบที่ 3 Free Discovery เป็นวิธีสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง วิธีนี้ นักเรียนมีบทบาทมากที่สุด ครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย เป็นระดับที่ซับซ้อนและยากที่สุด

2.3 รูปแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของ Friedl

ฟรีดอล (Friedl, 1997 : 4-5) ได้เสนอรูปแบบจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างสถานการณ์ปัญหา (Set up a Discrepant Event) ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือข้อขัดแย้งเพื่อสร้างความสนใจ เพิ่มแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา ทั้งนี้สถานการณ์ปัญหาเหล่านั้น ต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดคำถามหรือปัญหาและต้องการที่จะหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วย

2) ขั้นสำรวจตรวจสอบเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา (Pupils Investigate to Solve the Discrepancy) หลังจากเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบซึ่งจะทำให้เกิดกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ที่มีความหมายขึ้น โดยนักเรียนจะได้ทำการสังเกต บันทึกข้อมูล จัดหมวดหมู่ พยากรณ์ ทำการทดลอง ตลอดจนทักษะปฏิบัติอื่นๆ ที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

3) ขั้นพบคำตอบของปัญหา (Resolve the Discrepancy) นักเรียนจะนำผลการสำรวจตรวจสอบในขั้นที่ 2 และประสบการณ์เดิมมาสรุปเป็นคำตอบของปัญหา และไม่ว่า นักเรียนจะค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองทั้งหมดหรือหาคำตอบได้เพียงบางส่วน สิ่งที่นักเรียนจะได้รับอย่างแน่นอนคือการได้เรียนรู้แนวทางที่ถูกต้องในการทำการสังเกต การทำการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ รวมถึงทักษะในการแก้ปัญหาด้วย

2.4 รูปแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของ National Research Council

สภาวิจัยแห่งชาติ (National Research Council, 2000 : 35) ได้กล่าวถึงแนวทางในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) นักเรียนเผชิญกับคำถาม เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ ในขั้นนี้เป็นการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนเรียน สร้างความขัดแย้งทางความคิดที่มีอยู่เดิมของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้มากขึ้น

2) นักเรียนสำรวจแนวคิดที่เป็นประเด็นปัญหาโดยลงมือทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองได้แก่ การสร้างและทดสอบสมมติฐาน การแก้ปัญหา และสร้างคำอธิบายในสิ่งที่นักเรียน ทำการสำรวจ

3) นักเรียนวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล สังเคราะห์แนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจ สร้างแบบจำลองและสรุปเป็นความคิดรวบยอดที่ชัดเจนขึ้น แล้วอธิบายความรู้นั้นแก่ครูและบุคคลอื่น

4) นักเรียนขยายความเข้าใจใหม่ของตนเอง และสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

5) นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนและประเมินสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้และวิธีการในการได้มาซึ่งความรู้เหล่านั้น

2.5 รูปแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 219 - 220) ได้เสนอเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ว่าประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้

ในขั้นต่อไป

3) **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้

4) **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

2.6 รูปแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของ Eisenkraft (7E)

ไอเซ็นคราฟท์ (Eisenkraft, 2003 : 56 - 59) ได้เสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง Eisenkraft ได้กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ว่าประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)** ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้น ให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและเด็กสามารถเชื่อมโยง การเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไรครูควรเพิ่มเติมส่วนใดให้กับนักเรียน และสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้วครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามยั่วให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียนในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้นซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อนครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียน

คิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3) ขั้นสำรวจค้นหา(Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่นสืบค้นข้อมูลสำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้นเพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียงครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4) ขั้นตอนิบาย(Explanation Phase) เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการ วิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุปสร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลสรุปและอภิปรายผลการทดลองโดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไปขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทางเช่น สนับสนุนสมมติฐานแต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรืออื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นและขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใดขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้จากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีขั้นตอนแตกต่างกันไป แต่จะมีขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน คือ ขั้นแรกจะเป็นขั้นให้นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้เกิดคำถามหรือเกิดปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ ขั้นต่อมานักเรียนจะได้ทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบหรือแนวทางแก้ปัญหา เช่นการสังเกต การสำรวจ ทำการทดลอง ทักษะปฏิบัติต่างๆ และใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายแล้วจึงทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปเป็นคำตอบของคำถาม ปัญหา หรือความคิดรวบยอด และขั้นสุดท้ายคือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ของ ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ปรับขั้นตอนของการสอนทั้ง 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้นๆ

2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปราย ซักถาม หรือเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) การวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ ศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) นำข้อมูลที่ได้ออกมาวิเคราะห์ อภิปราย แผลผล สรุปผล และนำเสนอผล

5) ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ค้นคว้าเพิ่มเติม นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้จะอะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างความรู้ใหม่

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น(7E)

ปัจจุบันมีทฤษฎีการเรียนรู้และหลักการเรียนรู้จำนวนมากที่อธิบายกระบวนการเกิดการเรียนรู้ทั้งที่เป็นกระบวนการใหญ่และกระบวนการย่อยๆ ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆที่มีลักษณะแตกต่างกันไปอย่างหลากหลาย ทฤษฎีการเรียนรู้สำคัญที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง และสอดคล้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับกับความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่แล้ว ก่อนเรียน การเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึง เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง การสร้างความรู้ของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันไปเป็นเรื่องเฉพาะสำหรับแต่ละบุคคล เนื่องจากความแตกต่างของพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ของแต่ละคนและความรู้เป็นสิ่งที่ไม่คงที่ ไม่ใช่ความจริงแท้สมบูรณ์เป็นสมมติฐานที่ใช้งานได้ในเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่ผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี Constructivism เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สืบตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

นักการศึกษาได้แบ่งทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivism) ออกเป็น Cognitive Constructivism ของ Piaget และ Social Constructivism ของ Vygotsky ดังนี้

3.1 Cognitive Constructivism ของ Piaget

เพียเจต์ (Piaget) เชื่อว่า การที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดและการปะทะสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิด มี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และ การจัดระบบโครงสร้าง (Organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัว กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่อินทรีย์ซึมซับประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซับเหตุการณ์ใหม่เข้ามาและปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้ว ถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามาไม่สมบัตินี้เหมือนกับประสบการณ์เดิม ประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซับและปรับหาประสบการณ์เดิม คือ ทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

3.2 Social Constructivism ของ Vygotsky

งานของ วีกอตกี (Vygotsky) ได้รับความสนใจและนำมาตีพิมพ์ในปี ค.ศ.1960 ทั้งที่ วีกอตกี (Vygotsky) เสียชีวิตตั้งแต่ปี ค.ศ.1934 เมื่ออายุเพียง 38 ปี ได้นำแนวคิดเกี่ยวกับเขตของการเชื่อมสู่การพัฒนา (Zone of Proximal Development) หรือ ZPD ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างระดับการพัฒนาปัจจุบันที่ผู้เรียนเป็นอยู่จากการเรียนรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองกับระดับที่ผู้เรียนจะมีศักยภาพพัฒนาไปถึงได้ภายใต้การแนะนำของครู หรือผู้มีประสบการณ์หรือผู้ใหญ่ หรือจากการร่วมมือกับเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่า วีกอตกี (Vygotsky) ให้ความสำคัญกับภาษาเพราะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือทางปัญญาซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหาและเป็นเครื่องมือช่วยในการกระทำใด ๆ ได้

จากหลักการพื้นฐานดังกล่าวนำมาสู่วิธีการสร้างเครื่องมือทางปัญญาโดยการใช้สื่อกลางที่เหมาะสมและใช้ภาษาเป็นเครื่องมือให้เกิดบริบททางสังคม จากการจัดการศึกษาที่ได้รับอิทธิพลมาจากแนวความคิดของ วีกอตกี (Vygotsky) ได้แก่ การเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) หรือ 7E ที่ใช้กิจกรรมสำคัญ 7 ขั้นตอน เป็นสื่อกลางในการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลและสารสนเทศ (บุปผชาติ ทัทพิกรณ์, 2552) ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้นี้ ทักษะของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียนและการเรียนรู้จะแตกต่างกันไปจากของทฤษฎีการเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตาราง 3 แสดงการเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้กับการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้	การเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง
1. ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ถ่ายโอนความรู้ไปยังผู้เรียน และจัดหาสิ่งกระตุ้นและเสริมแรงต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนองที่เหมาะสม	1. ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ส่งเสริม สนับสนุน ชี้แนะแนวทาง และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน
2. ครูผู้สอนเป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอน เป็น ส่วนใหญ่	2. ผู้เรียนก้าวมาสู่ห้องเรียนพร้อมทั้งความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วที่หลากหลาย
3. ผู้เรียนเปรียบเสมือนกระดาษเปล่าที่รอคอยให้ครูขีดเขียนความรู้ลงไป	3. ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ที่กระตือรือร้นในการควบคุมการเรียนและสร้างความรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนเปรียบเสมือนฟองน้ำที่คอยดูดซับความรู้ที่ถ่ายโอนมาจากครูผู้สอน	4. การเรียนรู้ คือ การเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งในและนอกห้องเรียนเข้ากับความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วก่อนเรียน แล้วปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนให้เป็นแนวคิดที่เหมาะสมหรือตรงกับที่สังคมยอมรับ
5. ครูผู้สอนไม่ค่อยให้ความสำคัญกับแนวคิดที่มีอยู่แล้วของผู้เรียน	5. การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน
6. การเรียนรู้ คือกระบวนการรับและจดจำข้อมูลหรือความรู้ให้ได้มากที่สุด	6. การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนได้เกิดขึ้นตลอดการเรียนรู้
7. ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ฟังและนักท่องจำที่ดีที่ต้องรับฟังและจดจำข้อมูลหรือความรู้ที่ถ่ายโอนมาจากครูให้ได้มากที่สุด	7. การวัดผลการเรียนรู้ต้องบูรณาการอยู่ในกระบวนการเรียนรู้และวัดทั้งกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนและผลผลิต ซึ่งก็คือความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น
8. การวัดผลการเรียนรู้มุ่งเน้นที่ความสามารถของผู้เรียนในการระลึกหรือจดจำข้อมูลหรือความรู้	8. จุดมุ่งหมายของการวัดผลการเรียนรู้อยู่ที่ว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้และประสบการณ์ไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด

สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรจะละเลยหรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่า นักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็ก ซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อันจะทำให้ให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตัวเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความสุขดังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น แสดงได้ดังตาราง

ตาราง 4 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ของ Eisenkraft

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ประสบการณ์เดิมของนักเรียน - เดิมเดิมประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
2. สร้างความสนใจ (engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและ

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนัก มาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> นำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
3. สำรวจค้นหา (explore)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทาง 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ
4. อธิบาย (explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้ - อธิบายรับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกต

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ
6. ประเมินผล (evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง จากกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
7. นำความรู้ไปใช้ (extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

กล่าวโดยสรุป บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) คือ เป็นผู้กระตุ้นความสนใจ และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ต่างๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า คอยให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น เป็นผู้ถามคำถามต่างๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้ นำไปสู่การสรุปผลการเรียนรู้และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ รวมถึงคอยประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย ส่วนบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน ต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาหรือข้อสงสัยด้วยตนเองอย่างมีเป้าหมาย มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นในการเรียนรู้ ใช้กระบวนการคิดประสบการณ์เดิม ทักษะกระบวนการต่างๆ ที่จำเป็น รวมถึงกระบวนการกลุ่ม หาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบได้เป็นคำตอบของปัญหาหรือคำถาม สรุปเป็นแนวคิด หลักการ ความรู้ใหม่ นำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม นักเรียนต้องประเมินการเรียนรู้ของตนเอง และนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาหรือใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของตนเองต่อไป

แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของการคิด

การคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคล (Cognitive Process) โดยอาศัยข้อมูลประสบการณ์จากสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับสัมผัส เกิดการรู้สึก การรับรู้ และระบบความจำ ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดไว้ ดังนี้

ฮิลเกิร์ต (Hilgard, 1962 : 5) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆ หรือกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆ มาปรากฏอยู่ในความคิดหรือจิตใจ

กิวฟอร์ด (Guiford, 1967 : 18) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดสรุปได้ว่าเป็นการค้นหาหลักการ(Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือ ข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้นๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม (Generalization)

เพียเจต์ (อ้างถึงใน ภาพ เลหาไฟบูลย์, 2542 : 64) ได้กล่าวถึง แนวคิดในการพัฒนาสติปัญญาและความคิดพอสรุปได้ดังนี้ เมื่อคนเรามีปะทะสัมพันธ์ กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และเป็นไปอย่างต่อเนื่องจะมีผลทำให้สติปัญญาและความคิดของบุคคลมีการพัฒนาขึ้นอยู่ตลอดเวลาการปะทะสัมพันธ์นี้จะทำให้เกิดเป็นกระบวนการปรับตัวของอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยใช้กระบวนการดูดซึม และการปรับให้เหมาะสมโดยพยายามปรับความรู้ความคิดเดิมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ซึ่งทำให้บุคคลอยู่ในภาวะสมดุล

อรรถพรณ พรสีมา (2543 : 3) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทำงานของสมองที่จับต้องไม่ได้ แต่แสดงให้เห็นให้ผู้รับรู้ได้ด้วยวิธีการต่างๆ และเป็นกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการพัฒนาสมอง

ทศนา แชมมณี (2544 :15) ได้กล่าวถึง นักคิด นักจิตวิทยา และนักวิชาการต่างประเทศที่ได้ศึกษาทฤษฎีหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการคิด พอสรุปได้ดังนี้ Bloom ได้จำแนกการรู้เป็น 6 ชั้นได้แก่ ชั้นความรู้ ชั้นความเข้าใจ ชั้นการนำไปใช้ ชั้นการวิเคราะห์ ชั้นการสังเคราะห์ และชั้นประเมิน Ausubel ได้อธิบายว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นได้หากการเรียนรู้สามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อน ดังนั้น การให้กรอบความคิดแก่ผู้เรียนก่อนการสอน เนื้อหาสาระใดๆ จะช่วยเป็นสะพาน หรือโครงสร้างที่ผู้เรียนสามารถนำเนื้อหาสิ่งที่เรียนใหม่ไปเชื่อมโยงยึดเกาะได้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมาย Guilford กล่าวว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์นั้นประกอบด้วยสามมิติ (Three Dimensional) ได้แก่ มิติด้านเนื้อหา มิติด้านปฏิบัติการ และมิติด้านผลผลิต เป็นต้น

สรุปได้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทำงานหรือรับรู้ของสมองที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าในลักษณะต่างๆ มีการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ ที่ได้รับรู้เข้าด้วยกัน ปรากฏเป็นข้อมูลในสมอง ซึ่งลักษณะการรับรู้มีได้หลายชั้นตามที่นักการศึกษาได้กำหนดไว้ เช่น ชั้นความรู้ ชั้นความเข้าใจ ชั้นการนำไปใช้ ชั้นการวิเคราะห์ ชั้นการสังเคราะห์ และชั้นประเมิน โดยไม่ว่า จะเป็นลักษณะการคิดชั้นใดๆ ก็ถือว่าเป็นกิจกรรมส่งเสริมพัฒนาสมองความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2. ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาและนักวิชาการต่างๆ พบว่ามีการใช้คำว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ในความหมายทำนองเดียวกัน ทั้งนี้ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 23) ได้กล่าวถึงความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) สรุปได้ว่าเป็นความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง โดยมีการใช้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยวางแผนตรวจสอบ พิสูจน์ จนกระทั่งสามารถอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

ภานุเดช หงษาวงศ์ (2548 : 126) ระบุว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดที่สามารถใช้การพิสูจน์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎีตลอดจนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความคิดทางวิทยาศาสตร์อาจเริ่มจากความคิดที่เป็นนามธรรม แล้วสามารถพิสูจน์ให้เป็นรูปธรรมได้ เช่น ความคิดเกี่ยวกับทฤษฎีสัมพันธภาพระหว่างมวลสารและพลังงานของไอน์สไตน์ ปัจจุบันสามารถพิสูจน์ออกมาเป็นรูปธรรมได้ชัดเจน คือ ปฏิกริยาลูกโซ่ของปรมาณู เป็นต้น

ชมรมสถิติพัฒนา สวนสุนันทา (2552 : 5-6) ได้กล่าวถึงการคิดแบบวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า กระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา ซึ่งลำดับขั้นตอนของกระบวนการคิดมาจากการวิเคราะห์วิธีการค้นหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ หลักสำคัญของการคิดแบบนี้คือ การคาดคะเนคำตอบ (สมมติฐาน) ของปัญหาเป็นการคิดแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งมีระบบเป็นขั้นตอน เพื่อให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสม

กล่าวโดยสรุป การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ยึดหลักเหตุผลและความสอดคล้องกันของหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งบุคคลใช้ในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำไปสู่คำตอบของคำถามหรือปัญหาที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นระบบระเบียบเข้ามาช่วยในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริงหรือคำตอบ

3. ขั้นตอนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดอย่างถูกต้องด้วยตนเองจนกระทั่งสามารถได้คำตอบของคำถามหรือปัญหาที่เชื่อถือได้ โดยมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการพิสูจน์หรือหาคำตอบเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ จะเห็นได้ว่าสิ่งที่ทำให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการคิดลักษณะอื่นๆ คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ได้เสนอขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

แมคคราเคน (Maccraken, 1976 อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2551 : 152 - 153) ได้เสนอขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ลำดับขั้น ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา จะกระทำภายหลังที่ได้พบปรากฏการณ์แล้ว การตั้งปัญหาจะต้องระบุให้ชัดเจนลงไปไม่กำกวม โดยทั่วไปแล้วนิยมตั้งปัญหาในรูปของคำถาม เพราะปัญหา ก็คือคำถามที่ต้องการคำตอบ เมื่อตั้งคำถามแล้วควรจะได้กำหนดขอบเขตของปัญหาด้วยว่าเรากำหนดวงแคไหน อะไรที่อยู่ภายในแวงวงที่เราศึกษา อะไรที่อยู่นอกขอบเขต และอะไรที่เป็นข้อจำกัด

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ของปัญหาหรือคำตอบที่คาดหวังควรจะเป็นอย่างไร สำหรับปัญหาหนึ่งๆ อาจสร้างสมมติฐานได้หลายข้อ แต่จะมีข้อที่ถูกเพียงข้อเดียวซึ่งไม่อาจรู้ได้ว่าข้อใดถูกต้องหรือข้อใดผิด จึงต้องทดสอบด้วยการทดลองหรือการสำรวจหลักฐาน ดังนั้นจึงควรจัดเรียงอันดับสมมติฐานที่คาดว่าจะมีโอกาสถูกมากไว้อันดับต้นๆแล้วทำการทดสอบก่อน ถ้าผลการทดสอบไม่สนับสนุนก็เลือกสมมติฐานข้อต่อไป การสร้างสมมติฐานต้องสร้างด้วยความรอบคอบโดยสร้างจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์และใช้วิธีอุปมาน

3. ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อยืนยันสมมติฐานที่สร้างขึ้นว่าถูกหรือผิด หลักฐานเหล่านี้อาจได้จากการทดลอง การสังเกตข้อเท็จจริงปลีกย่อยจากการทดลอง การสำรวจหาข้อเท็จจริงจากแหล่งภายนอก การซักถามจากผู้ทรงภูมิปัญญา การสังเกตปรากฏการณ์ การอ่านจากเอกสาร เมื่อได้หลักฐานเพียงพอแล้วก็นำหลักฐานนี้ไปแปลผลและลงข้อสรุปในขั้นต่อไป

4. ขั้นตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการรวบรวมมาตีความหมาย พิจารณาหาความจริงที่เกิดขึ้นในข้อมูล เพื่อที่จะลงข้อสรุปต่อไป การสรุปนี้คือการยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน (ถ้ามี) ถ้ายอมรับก็นำไปสู่การสร้างเป็นกฎหรือทฤษฎีต่อไป บางครั้งอาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาหาความรู้ต่อไปได้

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2542 : 76) ได้สรุปขั้นตอนการสืบสอบหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. รวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปความรู้ใหม่

ยุพา วีระไวทยะ (2544 : 119 -123) แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5

ขั้น ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (Identify Problem)
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน (State Hypothesis)
3. ขั้นทดสอบสมมติฐาน (Test Hypothesis)
4. ขั้นรวบรวมข้อมูล (Collect Data)
5. ขั้นสรุป (Conclusion)

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้จากการคิดที่มีระบบ เป็นลำดับขั้นตอนในสมอง โดยมีกิจกรรมที่หลากหลายเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การใช้ประสาทสัมผัสช่วยในการสังเกต ตั้งสมมติฐาน การลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล การลงข้อสรุปซึ่งนำไปสู่การได้ข้อเท็จจริงที่ต้องการทราบ จากขั้นตอนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีการคิดเกิดขึ้นในสมองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และยังมี การใช้ประสาทสัมผัสเข้ามาช่วยในการสังเกต มีการตั้งสมมติฐาน มีการลงมือกระทำหรือเก็บข้อมูล และมีการลงข้อสรุปซึ่งทำให้เกิดความรู้ใหม่ หรือคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำขั้นตอนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา คือ การที่นักเรียนคิดพิจารณาข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์อย่างละเอียดรอบคอบแยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็นออกจากกัน แล้วระบุประเด็นที่ไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงหรือประเด็นที่ไม่มีคำอธิบายเพียงพอซึ่งก่อให้เกิดข้อสงสัย จากนั้นทำการลำดับและคัดเลือกข้อสงสัยที่สำคัญและมีความเด่นชัดที่สุดเพื่อปรับเป็นข้อความปัญหาที่กระชับและชัดเจน

2. การตั้งสมมติฐาน คือ การที่นักเรียนคิดคาดคะเนคำตอบจากประเด็นต่างๆ ที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา แล้วทำการคัดเลือกคำตอบที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหามากที่สุด และสามารถทำการทดสอบได้ นำมาปรับข้อความคำตอบที่ได้จากการคาดคะเนนั้นให้กระชับและชัดเจน

3. การทดสอบสมมติฐาน คือ การที่นักเรียนคิดเพื่อวางแผนแนวทางในการทดสอบสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ โดยทำการศึกษาสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน แล้วระบุตัวแปรที่สามารถวัดและเปรียบเทียบได้เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่ต้องการศึกษา รวมทั้งระบุวิธีการและ

ขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐาน การวัด และการสังเกตตัวแปร ตลอดจนบันทึกผลการศึกษา โดยใช้รูปแบบการบันทึกผลที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับ

4. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ การที่นักเรียนคิดพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ตีความหมายข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์กันของข้อมูลและตอบปัญหาหรือคำถามโดยสรุปอ้างอิงจากข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อลงข้อสรุปว่าข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น พร้อมทั้งระบุอุปสรรค ปัญหา แนวทางแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. ความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

พอล และเอลเดอร์ (Paul and Elder, 2003 : 2) อธิบายถึงความสำคัญของการสอนคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้คิดเกิดคำถามและปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญเพิ่มขึ้น และช่วยให้สร้างคำถามหรือปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน
2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้คิดรวบรวมและประเมินข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ได้ตรงประเด็น สามารถใช้แนวคิดทฤษฎีในการตีความข้อมูลข่าวสารเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลยิ่งขึ้นรวมถึงทำการทดสอบการแก้ปัญหาและข้อสรุปเหล่านั้นอย่างมีหลักการและได้มาตรฐาน
4. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้คิดมีระบบการคิดแบบวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับความคิดเห็นอื่นๆ และไม่มี ความลำเอียง ประเมินและยอมรับข้อสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์และผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อสมมติฐานตามความเป็นจริง
5. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้คิดสื่อสารกับผู้อื่นเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เบอร์เกีย และ โบลรี่ (Bergere and Boelry, 2004 : 2-3) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น ความสงสัยใคร่รู้ และนำมาซึ่งการตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัว และทำให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามมา

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกันของโลกกายภาพโลกชีวภาพ และสังคมมากขึ้น และตระหนักรู้ว่าการตัดสินใจกระทำการใด ๆ ล้วนส่งผลกระทบต่อสิ่งอื่นๆ ไม่มากก็น้อยเพราะทุกสิ่งในโลกล้วนมีความสัมพันธ์กัน

3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูงที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น การสืบเสาะ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น เนื่องจากการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ได้ฝึกฝนทักษะการคิดเหล่านี้และช่วย

กล่าวโดยสรุป การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญเนื่องจากเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้คิดมีความอยากรู้อยากเห็น สงสัยใคร่รู้ ซึ่งทำให้เกิดคำถามและปัญหาลำบากไปสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ผู้คิดได้ฝึกฝนการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบพิสูจน์หลักฐานทำการทดสอบการแก้ปัญหาอย่างมีหลักการ เป็นไปตามมาตรฐาน ข้อสรุปที่ได้จากผู้คิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วจึงมีความถูกต้อง มีเหตุผลและเชื่อถือได้ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้คิดได้พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงที่ซับซ้อนจึงเป็นคนที่มีความสามารถแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาหาโดยทำการประเมินและลงข้อสรุปตามความเป็นจริง ไม่ลำเอียง ยอมรับความคิดเห็นอื่นๆ ที่มีหลักฐานสนับสนุนที่ดีกว่า รวมทั้งช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ของโลกกายภาพ โลกชีวภาพและสังคมมากขึ้น ซึ่งล้วนแต่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของบุคคลในปัจจุบันเป็นอย่างมาก

5. ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2556 : 64 - 65) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญาเขาเชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น โดยแต่ละขั้นแตกต่างกันตามกันในกลุ่มคน และอายุที่กลุ่มคนเข้าสู่แต่ละขั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ลำดับขั้นทั้งสี่ของเพียเจต์มีสาระสรุปพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ ตามลำดับขั้น คือ

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0 - 2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 - 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด เป็น

พัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 4 ปี และขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4 – 7 ปี

3. ขั้นการคิดแบบรูปธรรม เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจและสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

4. ขั้นการคิดแบบนามธรรม เป็นขั้นการพัฒนาในช่วงอายุ 11 – 15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

สรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นพัฒนาการเฉพาะบุคคล ดังนั้นในส่วนของจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนด้วย ซึ่งในขั้นพัฒนาการของผู้เรียนที่อยู่ในช่วงอายุ 11 – 15 ปี มีการคิดแบบนามธรรม ผู้เรียนในช่วงนี้สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมที่เน้นมีการใช้เหตุผล หลักฐานการสังเกตด้วยตนเอง และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการพิสูจน์จนกระทั่งได้คำตอบ เพื่อหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาของนักเรียน

6. การวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

สติกกินส์ และคณะ (Stiggins and Board, 1988 : 6-7) ได้กำหนดขั้นตอนในการวัดทักษะการคิดไว้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. นิยามทักษะการคิดที่ต้องการวัดให้ชัดเจน
2. กำหนดรูปแบบการประเมิน (Assessment) ที่จะใช้ในชั้นเรียนอย่างน้อย 2

วิธี ได้แก่

- 2.1 การประเมินด้วยการถามคำถามปากเปล่าในชั้นเรียน การทดสอบด้วย

แบบทดสอบ

- 2.2 การประเมินจากการสังเกตผลของการแสดงออก

3. วางแผนยุทธศาสตร์ในการประเมินให้ครอบคลุมทักษะการคิดทุกประเภท ซึ่งลักษณะของการคิดอาจเป็นการคิดแบบซับซ้อนที่ประกอบด้วยทักษะการคิดย่อย อย่างน้อยสองทักษะขึ้นไป

ทิสนา แชมมณี (2547, อ้างถึงใน เฉลิม พักอ่อน, 2547 : 18) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านการคิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. วัดและประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกต สอบถาม หรือใช้แบบวัดกระบวนการในการคิดของผู้เรียนและกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน
2. วัดและประเมินผลการคิด โดยการให้คะแนนผลงาน/ชิ้นงานที่เป็นผลของการคิด ซึ่งควรมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจนเช่นเดียวกัน

ลักขณา สริวัฒน์ (2549 : 48-50) กล่าวถึงแนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดว่า สามารถจำแนกออกเป็น 2 แนวทาง คือ แนวทางของนักวัดกลุ่มจิตมิติ (Psychometric) และแนวทางของการวัดจากการปฏิบัติจริง (Authentic Performance Measurement) ซึ่งมีรายละเอียดของการวัดและประเมินผลในแต่ละแนวทาง ดังนี้

1. แนวทางของนักวัดกลุ่มจิตมิติ (Psychometric) แนวทางการวัดจิตมิตินี้เป็นของกลุ่มนักวัดทางการศึกษาและจิตวิทยาที่พยายามศึกษาและวัดคุณลักษณะภายในของมนุษย์มาเป็นเวลานานเกือบศตวรรษ เริ่มโดยการศึกษาและวัดเชาวน์ปัญญา (Intelligence) และศึกษาโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ด้วยความเชื่อว่ามีลักษณะเป็นองค์ประกอบและมีระดับความสามารถที่แตกต่างกันในแต่ละคน ซึ่งสามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ต่อมาได้มีการขยายแนวคิดของการวัดความสามารถทางสมองไปสู่การวัดผลสัมฤทธิ์ บุคลิกภาพ ความถนัดและความสามารถในด้านต่างๆ กัน รวมไปถึงความสามารถในการคิด ด้วยการวัดความสามารถในการคิดตามแนวทางของนักวัดกลุ่มจิตมิติส่วนใหญ่สนใจการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ซึ่งได้มีการพัฒนาแบบทดสอบกันอย่างหลากหลาย เช่น แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้ว และแบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สามารถสร้างขึ้นใช้เอง

1.1 แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิด แบบทดสอบมาตรฐานที่มีผู้สร้างไว้แล้วสำหรับใช้วัดความสามารถในการคิด จำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบการคิดทั่วไป (General Thinking Test) เป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถด้านการคิดทั่วไป แบบทดสอบประเภทนี้เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดโดยเป็นความคิดที่อยู่บนฐานของการใช้ความรู้ทั่วไปส่วนใหญ่เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

1.1.2 แบบทดสอบความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะ (Aspect-Specific Critical Thinking Test) ได้แก่

1.1.2.1 Cornell Class Reasoning Test, Form X

1.1.2.2 Cornell Condition Reasoning Test, form X

1.1.2.3 Logical Reasoning

1.1.2.4 Test on Appraising Observation

1.2 แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สามารถสร้างขึ้นใช้เอง ในกรณีที่แบบทดสอบมาตรฐานสำหรับการคิดที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของการวัด เช่น จุดเน้นที่ต้องการ ขอบเขตความสามารถทางการคิดที่มุ่งวัด หรือกลุ่มเป้าหมาย

ที่ต้องการใช้แบบทดสอบ เป็นต้น คงจะต้องแก้ปัญหาโดยวิธีการสร้างแบบวัดการคิดขึ้นใช้เอง เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการในการวัดให้เกิดผลที่เชื่อถือได้อย่างแท้จริง

1.2.1 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิด การคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการคิดที่ให้ความสนใจในที่นี้เป็นการคิดอย่างมีจุดหมาย (Directed Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรง หรือคิดค้นข้อสรุปด้วยคำตอบ สำหรับใช้ในการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถมองเห็นได้ ไม่สามารถสังเกต หรือสัมผัสวัดได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (Psychometric) มาช่วยในการวัด การวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิดเมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของปฏิบัติการของโครงสร้าง/องค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้าง/องค์ประกอบของการคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัด หรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้นๆ

1.2.2 กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ ผู้พัฒนาแบบวัดควรศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ผู้พัฒนาแบบวัดควรคัดเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลักยึดและศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งเพื่อกำหนดโครงสร้าง/องค์ประกอบของความสามารถทางการคิดตามทฤษฎีและให้นิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบในเชิงรูปธรรมของพฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะของแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้นได้

1.2.3 สร้างผังข้อสอบ (Table of Specification) การสร้างผังข้อสอบเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้างให้ครอบคลุมโครงสร้าง/องค์ประกอบใดบ้างตามทฤษฎีและกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด ในกรณีที่ต้องการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิดสำหรับใช้เฉพาะวิชาใดวิชาหนึ่ง ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องกำหนดเนื้อหาของวิชานั้นด้วยว่าจะใช้เนื้อหาใดบ้างที่เหมาะสมจะนำมาใช้วัดความสามารถทางการคิดพร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบความสามารถทางการคิด เป็นผังข้อสอบสำหรับนำไปใช้เขียนข้อสอบต่อไป

2. แนวทางของการวัดจากการปฏิบัติจริง (Authentic Performance Measurement) สำหรับแนวทางของการวัดนี้เป็นทางเลือกใหม่ที่เสนอโดยกลุ่มนักวัดการเรียนรู้ในบริบทที่เป็นธรรมชาติ โดยการเน้นการวัดจากการปฏิบัติในชีวิตจริงหรือคล้ายจริงที่มีคุณค่าต่อตัวผู้ปฏิบัติ มิติของการวัดครอบคลุมทักษะการคิดที่ซับซ้อนในการปฏิบัติงาน ความร่วมมือในการแก้ปัญหาและการประเมินตนเอง เทคนิคการวัด ใช้การสังเกตสภาพงานที่ปฏิบัติจากการ

เขียนเรียงความการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เหมือนโลกแห่งความจริง และการรวบรวมในแฟ้มรวมผลงาน (Portfolio) ที่ดีเด่น

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถทำได้ 2 แนวทางใหญ่ๆ แนวทางแรก คือ วัดและประเมินผลความสามารถทางการคิดจากแบบทดสอบ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบที่หนึ่ง แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดที่มีผู้สร้างไว้แล้ว เช่น แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดการคิดทั่วไป แบบทดสอบวัดการคิดลักษณะเฉพาะ และแบบที่สอง เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดที่สร้างขึ้นใช้เอง แนวทางที่ 2 วัดและประเมินผลความสามารถทางการคิดจากการปฏิบัติจริง โดยจะพิจารณาจากการปฏิบัติงานการแก้ปัญหาในสภาพจริง ชิ้นงาน การประเมินตนเอง และการรวบรวมในแฟ้มรวมผลงานดีเด่น โดยขั้นตอนในการสร้างแบบวัดและประเมินผลความสามารถทางการคิด สามารถทำได้โดย 1) ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิด 2) กำหนดโครงสร้าง/องค์ประกอบความสามารถทางการคิดที่ต้องการ 3) กำหนดรูปแบบการประเมินว่าจะประเมินด้วยการทดสอบด้วยแบบทดสอบ ประเมินตามสภาพจริง หรือรูปแบบอื่นๆ 4) กำหนดผังข้อสอบหรือผังการประเมินความสามารถทางการคิดว่าจะให้ครอบคลุมโครงสร้าง/องค์ประกอบการคิดใดบ้างพร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักแต่ละส่วนและคัดเลือกเนื้อหาวิชาที่ต้องการวัด โดยในงานวิจัยนี้ได้วัดและประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งจะวัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ 1) การคิดเพื่อระบุปัญหา 2) การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน 3) การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และ 4) การคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

แผนการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายแผนการจัดการเรียนรู้

กรมวิชาการ (2545 : 73) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ คือผลของการเตรียมการวางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบโดยนำสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และกระบวนการเรียนรู้ โดยเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามศักยภาพของผู้เรียน

นิคม ชมภูหลง (2545 : 180) ให้ความหมายของแผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ว่า หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบและเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2545 : 409) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson Plan) เป็นวัสดุหลักสูตรที่ควรพัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่กำหนดไว้ เพื่อให้การจัดการสอบบรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้จึงเปรียบเสมือนโครงร่าง หรือพิมพ์เขียวที่กล่าวถึงประสบการณ์การเรียนรู้ตามหัวข้อการจัดการเรียนรู้และกระบวนการวัดผลที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ส่วนแผนการเรียนรู้จะแสดงการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียน (lesson) และประสบการณ์การเรียนรู้เป็นรายวัน หรือรายสัปดาห์ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นเครื่องมือหรือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามกำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 58) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการเตรียมการสอนหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ลำดับขั้นตอนของการเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นรูปธรรมหลักสูตรสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ที่ผู้สอนเตรียมการไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและเป็นลายลักษณ์อักษรให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องกำหนดสาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ ตลอดจนการวัดผลและการประเมินผล

2. องค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้

สุริน ชุมสาย ณ อยุธยา (2557 : 30 - 35) ได้กล่าวไว้ว่าองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มีส่วนประกอบ ดังนี้

2.1 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ควรบอกรายละเอียดที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่จำเป็นต้องบอกคือกลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องที่สอน วัน เดือน ปีที่สอน เวลาที่ใช้ในการสอนชั้นที่สอน

2.2 มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ต้องมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่กำหนดไว้ในแต่ละสาระจะคิดขึ้นเองไม่ได้ แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนต้องบอกได้ว่าเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในข้อใด จะได้เชื่อมั่นว่าครูจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานของหลักสูตร หลักสูตรที่ใช้อยู่นี้เป็นหลักสูตรแบบอิงมาตรฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ก็ต้องอิงมาตรฐานเช่นกัน

2.3 ตัวชี้วัดชั้นปี

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดชั้นปีของแต่ละมาตรฐานไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้รู้ว่าแต่ละชั้นปีต้องทำอะไรได้บ้างในมาตรฐานนั้นๆ ก่อนเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ครูจะต้องวิเคราะห์กลุ่มสาระ ที่จะสอนว่าตัวชี้วัดชั้นปีในมาตรฐานของสาระต่าง ๆ นั้น มีอะไรบ้าง แผนการจัดการเรียนรู้แผนต่างๆ จะส่งผลต่อตัวชี้วัดชั้นปีข้อใด เมื่อสอนครบทุกแผนในมาตรฐานนั้นๆ ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความสามารถครบทุกตัวชี้วัดชั้นปี จะทำให้ผู้เรียนมีมาตรฐานตามตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด

2.4 สาระสำคัญ

การเขียนสาระสำคัญหรือความคิดรวบยอด (concept) เป็นเรื่องยากของครูเรื่องหนึ่ง นิสิตครูส่วนหนึ่งจะเขียนเหมือนจุดประสงค์ บางคนก็ลอกเนื้อหาทั้งหมดมาใส่ไว้ บางคนก็ย่อตอนใดตอนหนึ่งของเนื้อหาใส่ไว้ บางคนก็เขียนไม่ครบถ้วน ซึ่งไม่ถูกต้อง การเขียนสาระสำคัญต้องสรุปให้เห็นสาระที่เป็นแก่นของความรู้ในเรื่อง ที่สอนอย่างครบถ้วนและถูกต้องสมบูรณ์ ครูจะต้องวิเคราะห์ก่อนว่าเนื้อหาที่จะสอนนั้น อะไรคือสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ เรียกว่าเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ต้องสามารถสกัดออกมาให้ได้ แล้วจึงเขียนเป็นสาระสำคัญ จะเขียนเป็นความเรียงหรือเป็นข้อๆ ก็แล้วแต่ลักษณะของเนื้อหาที่สอน ความคิดรวบยอดจะต้องครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด ไม่ใช่เป็นเพียงบางส่วนของเนื้อหาในและต้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนนั้น

2.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

ก่อนเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูต้องเข้าใจก่อนว่าผลการเรียนรู้ผลการเรียนรู้ (Learning outcome) มีสองส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นสาระคือ ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติเกี่ยวกับสาระ ที่เรียนรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการเรียนรู้ คือวิธีการเรียนรู้อันเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ต่อไป ดังนั้นในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ต้องครอบคลุมทั้งส่วนที่เป็นสาระทุกด้านและส่วนที่เป็นกระบวนการ

2.6 สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาที่จะสอน ต้องวิเคราะห์ว่าเป็นเนื้อหาระดับใดคือเนื้อหาที่เป็นข้อมูลและกระบวนการ ความคิดและหลักการเบื้องต้น ความคิดรวบยอดและระบบความคิด เนื้อหาแต่ละประเภทจะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน การเลือกเนื้อหาต้องเลือกเนื้อหาที่จำเป็นหรือเนื้อหาที่สำคัญที่จะขาดไม่ได้ก่อน ครูต้องวิเคราะห์เนื้อหาก่อนว่าอะไรคือแก่นของสาระที่จะสอน เนื้อหาอะไรที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้ดีที่สุดหรือเนื้อหาที่ต้องรู้ ขั้นต่อไปก็พิจารณาว่าเนื้อหาอะไรที่ผู้เรียนควรรู้และเนื้อหาที่รู้ไว้ก็ดีเพราะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียน ในการจัดลำดับเนื้อหาจะต้องจัดลำดับจากง่ายไปหายาก จากเรื่องใกล้ตัวไปไกลตัว จากรูปธรรมไปนามธรรม ถ้าเป็นเหตุการณ์ก็ต้องจัดลำดับก่อนหลังไม่ให้สับสน จัดลำดับ

จากเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงไปสู่เนื้อหาที่เป็นระบบความคิด การเลือกเนื้อหาเป็นเรื่องที่สำคัญมากเพราะถ้าเลือกเนื้อหาไม่ดีก็จะไม่บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7 กระบวนการจัดการเรียนรู้

ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การเขียนกิจกรรม หรือกระบวนการเรียนรู้ ควรเขียนให้ละเอียด ชัดเจน ให้เห็นบทบาทของผู้เรียนและบทบาทของครู อธิบายกิจกรรมต่างเป็นระดับขั้นตอนให้เข้าใจ ที่นิยมกันจะแบ่งกิจกรรมเป็น 3 ช่วงคือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการสอนและขั้นการสรุป บางโรงเรียนอาจจะใช้คำอื่น เช่น กิจกรรมนำสู่บทเรียน กิจกรรมนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมสรุปความคิดรวบยอดหรืออื่นๆ ที่โรงเรียนคิดขึ้นมาก็ไม่แปลกอะไร สรุปคือมีขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป ในการคิดกิจกรรมหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องคิดถึงความรู้ด้านทฤษฎีการเรียนรู้ จิตวิทยาที่เกี่ยวกับผู้เรียนในระดับที่เราจะสอน คิดถึงหลักการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คิดถึงการพัฒนาสมองสองซีกและพหุปัญญา คิดถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด คิดถึงมาตรา 24 ในพระราชบัญญัติ คิดถึงรูปแบบการสอน วิธีสอนและเทคนิคการสอน บรรยากาศและการจัดการชั้นเรียน ลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ ที่จะต้องคิดถึงเป็นพิเศษคือจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำลังเขียนอยู่ จะเห็นว่าถ้าครูไม่ได้ศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องมาเป็นอย่างดีก็จะไม่สามารถวางแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี ครูจะต้องวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกี่ยวข้องแล้วจึงกำหนดกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำพาผู้เรียนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.8 สื่อและแหล่งเรียนรู้

หลักการเขียนสื่อและแหล่งเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้คือต้องดูจากกระบวนการหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่เขียนไว้ในแต่ละขั้น พิจารณาว่าต้องใช้สื่อการสอนอะไรที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และเต็มศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน แหล่งเรียนรู้ประเภทใดที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ครูจึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับสื่อและแหล่งเรียนรู้ให้เข้าใจก่อน ครูจะต้องรู้จักแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ด้วยจึงจะสามารถเลือกใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.9 การวัดและการประเมินผล

การเขียนการวัดและการประเมินผลคือต้องดูที่จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนนั้นแล้ววัดให้ตรงกับจุดประสงค์ทุกข้อที่กำหนดไว้ ควรบอกวิธีการวัดผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล และเกณฑ์ในการประเมินผล ครูจึงต้องศึกษาเรื่องการวัดผลและการประเมินผลมาก่อนจึงจะสามารถกำหนดวิธีการ สร้างเครื่องมือ สร้างเกณฑ์การประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.10 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ครูควรบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นอย่างไรบ้าง ประเด็นที่ควรบันทึกคือเกี่ยวกับตัวผู้เรียนเป็นอย่างไร การจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ การวัดและประเมินผลเป็นอย่างไร ในการจัดการเรียนรู้มีปัญหาและอุปสรรคอะไรบ้าง จะปรับปรุงการจัดการเรียนรู้อย่างไร ข้อสังเกตที่พบในขณะจัดการเรียนรู้และเรื่องอื่นๆ ที่ครูเห็นว่ามีความน่าสนใจ

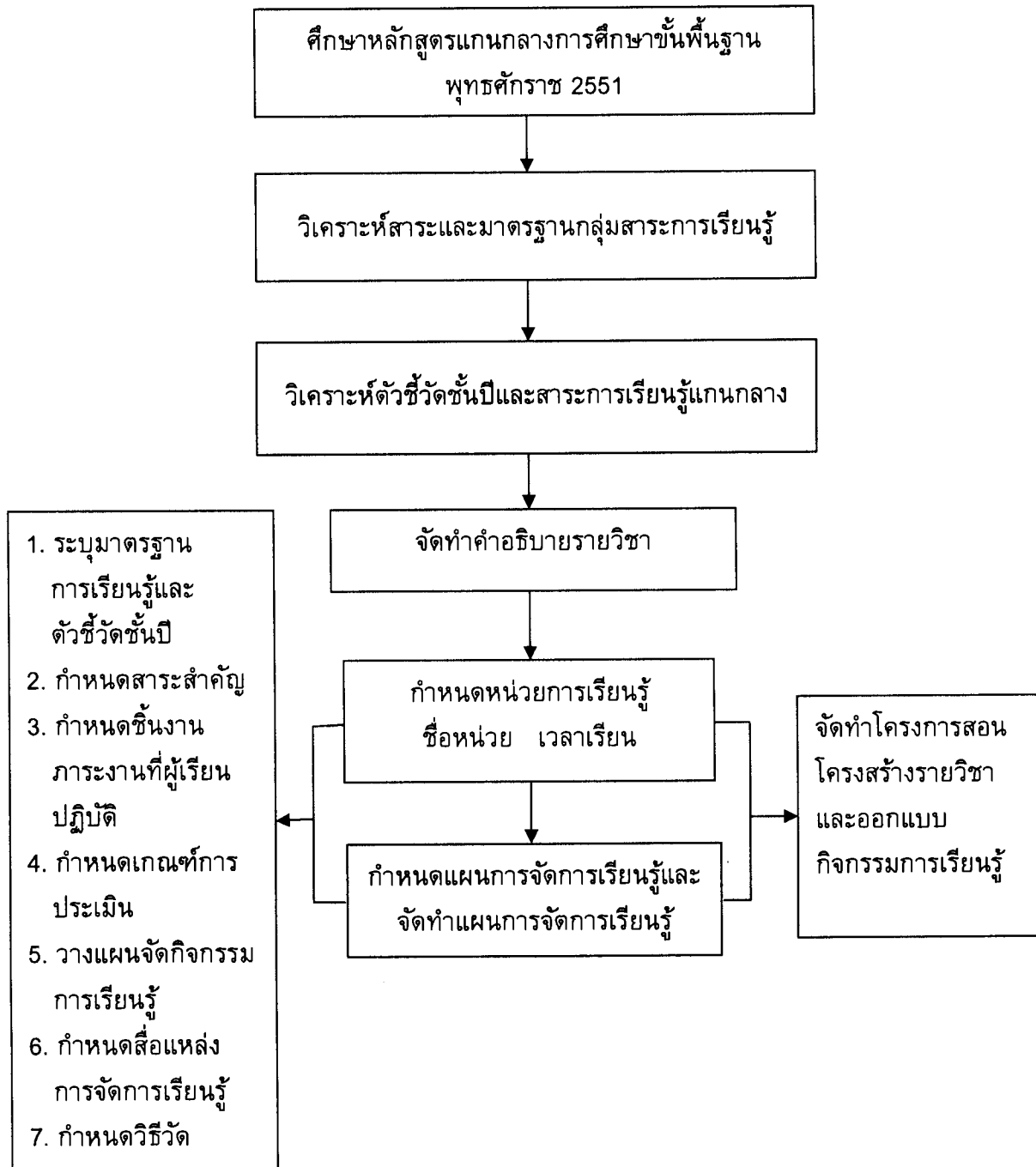
2.11 ภาคผนวก

ภาคผนวกในแผนการจัดการเรียนรู้ คือสิ่งที่ครูไม่ต้องการใส่ไว้ในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ให้กรูกรูรั้ง เช่นเนื้อหา ใบงาน ใบความรู้ เครื่องมือวัดและประเมินผล เกณฑ์การวัดและประเมินผล กิจกรรมแบ่งกลุ่มที่ต้องใช้คำอธิบายยืดยาวจึงจะเข้าใจ เป็นต้น

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ 1)รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ 2)มาตรฐานการเรียนรู้ 3)ตัวชี้วัดชั้นปี 4)สาระสำคัญ 5)จุดประสงค์การเรียนรู้ 6)สาระการเรียนรู้ 7)กระบวนการจัดการเรียนรู้ 8)สื่อและแหล่งการเรียนรู้ 9)การวัดและการประเมินผล 10)บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ 11)ภาคผนวก ซึ่งองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องครบในการเขียนแผน เพราะเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

3. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

เอกรินทร์ สีมหาศาล และคณะ (2552 : 50 - 51) ได้แสดงขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้



ภาพ 1 ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการวิจัย ดังนี้

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริญา ทาคำถา (2550) ได้ศึกษาความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นคำถามระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นคำถามระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิทธิพล ใจเย็น (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยสรุปว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง การดำรงพันธุ์ของพืช มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.99/82.40 ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นมีค่าเท่ากับ 0.63 เรื่อง การดำรงพันธุ์ของพืช นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไปแล้ว 14 วัน เพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิไลวรรณ แก้วอำไพ (2551) ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้า นำ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 7 ชั้น ผลการวิจัยสรุปว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ
 80.84/82.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่า
 เท่ากับ 0.6285 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 62.85 และ
 วิเคราะห์จากคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีค่าเท่ากับ 0.6297 มี
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก
 ก่อนเรียนอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้แผนการ
 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า นำรัฐ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ดรัสสิริ สีลาดเลา (2552) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติการเคมีที่พบใน
 ชีวิตประจำวันกับสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยสรุปว่า แผนการจัดกิจกรรมการ
 เรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 83.35/84.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดัชนี
 ประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E มีค่าเท่ากับ
 0.4260 และคงความรู้หลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์คิดเป็นร้อยละ 98.54 ของความรู้หลังเรียนซึ่ง
 ไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความ
 สามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการ
 เรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการ
 เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่
 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุด
 กิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการ
 เรียนรู้ 7 ชั้น (7E) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงาน
 วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
 .01

ชารทิพย์ ขุนทอง (2555) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มศูนย์พัฒนา วิชาการนาเฉลียง ห้วยโป่ง ยางงาม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มศูนย์พัฒนาวิชาการนาเฉลียง ห้วยโป่ง ยางงาม จำนวน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน กับการจัดการ เรียนรู้แบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

นันตพร วดีศิริศักดิ์ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มแบบ TGT และ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หน่วยของชีวิตและชีวิตพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มแบบ TGT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ผลการวิจัย ดังนี้

ลาวอย (Lavoie, 1999) ได้ศึกษาผลของการเพิ่มขึ้นพยากรณ์และการอภิปรายใน ตอนเริ่มต้นของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย การศึกษา สืบรวจ การให้นิยามและการนำโมเดลไปใช้ การวิจัยนี้ดำเนินการสอนกับวิชา ชีววิทยาโดยการให้นักเรียนพยากรณ์จากการเขียนสมมติฐานเป็นรายบุคคล เรื่อง พันธุกรรม นิเวศวิทยา วิวัฒนาการ หลังจากนั้นนักเรียนจะอภิปรายเกี่ยวกับการพยากรณ์และหาเหตุผล ผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม การสังเกตในชั้นเรียน การเขียนอนุทินของครูและผู้วิจัย และข้อสอบ ประเมินการเปลี่ยนแปลงทางด้านพุทธิพิสัยของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การสอนด้วยวัฏจักร การเรียนรู้ที่มีการพยากรณ์และการอภิปรายทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการ ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล มโนคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการ สอนปกติ

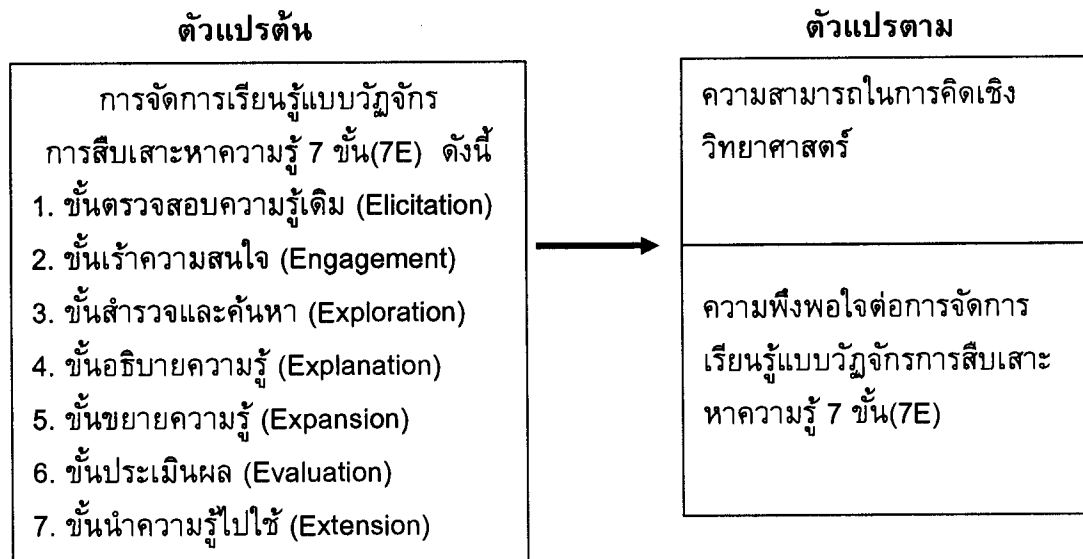
เรียบ (Reap, 2000 อ้างถึงใน จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย, 2554) ได้ศึกษาความเข้าใจและการนำวัฏจักรการเรียนรู้ไปใช้ของครูที่มีประสบการณ์ในการสอนและครูที่เริ่มสอนในกลุ่มละ 1 คน การเก็บข้อมูลในการสำรวจการสัมภาษณ์และการสังเกตในห้องเรียนใช้แบบวัดพฤติกรรมการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และระบบการฝึกปฏิสัมพันธ์ทางวาจา ผลจากการสำรวจ พบว่า ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนกับครูสอนใหม่ มีความเข้าใจวัฏจักรการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน แต่ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และการสังเกตพบว่า ครูทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันหลายประการ โดยครูที่มีประสบการณ์ในการสอนมีการสร้างปรัชญาการสอนได้ชัดเจน และมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนมากกว่าครูที่สอนใหม่ ซึ่งจะสร้างปรัชญาการสอนไม่ชัดเจนและมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนน้อยมาก ยิ่งไปกว่านั้นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนมีการใช้คำถามและการอภิปรายมากกว่า โดยใช้คำถามแบบความจำและควบคุมการอภิปรายของนักเรียนตลอดเวลา

บิลลิงส์ (Billings, 2002) ได้ศึกษาการประเมินผลการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาเป็นเวลา 5 ปี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 28 คน มีการเก็บข้อมูลโดยใช้การสังเกต แบบทดสอบและแบบสอบถามผลการศึกษา พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีความสนใจเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้นร้อยละ 56 นักเรียน ร้อยละ 75 มีความสนุกกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และนักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถเท่ากับร้อยละ 85 โดยสรุปการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้นักเรียนมีความสนใจและความพึงพอใจการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) จะทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ร่วมกันประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และเกิดความรู้ความเข้าใจสามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถเขียนกรอบแนวคิดในการวิจัย ได้ดังนี้



ภาพ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย