บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงโดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักการของหลักสูตร
    1.1 หลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557
    1.2 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์
    2.1 ความหมายของมโนทัศน์
    2.2 ความสำคัญของมโนทัศน์
    2.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    2.4 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์

2.6 กระบวนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.7 การวัดมโนทัศน์

2.8 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

2.9 การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

3.1 ความหมายของปัญหา

3.2 ประเภทของโจทย์ปัญหา

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้

4.1 การออกแบบระบบการเรียนรู้

4.2 รูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

4.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

4.4 ระบบการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

4.5 เป้าหมายการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

4.6 แนวปฏิบัติในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

5. แผนการจัดการเรียนรู้

5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

5.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

5.3 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

5.4 ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

6. แนวคิดเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักการของหลักสูตร

1.1 หลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

หลักการ

1. เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนากำลังคนระดับช่างเทคนิคให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่น และระดับชาติ

2. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เน้นสมรรถนะด้วยการปฏิบัติ สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียน สะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ

3. เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษามีสมรรถนะในการประกอบอาชีพ มีความรู้เต็มภูมิ ปฏิบัติได้จริง มีความเป็นผู้นำและสามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

4. เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

5. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อให้มีความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต สามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

2. เพื่อให้มีทักษะและสมรรถนะในงานอาชีพตามมาตรฐานวิชาชีพ

3. เพื่อให้สามารถบูรณาการความรู้ ทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ ประยุกต์ใช้ในงานอาชีพสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในงานอาชีพ รักงาน รักองค์กร สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี และมีความภาคภูมิใจในตนเองต่อการเรียนวิชาชีพ

5. เพื่อให้มีปัญญา ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการจัดการ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา รู้จักแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ มาพัฒนาตนเอง ประยุกต์ใช้ความรู้ในการสร้างงานให้สอดคล้องกับวิชาชีพ และการพัฒนางานอาชีพอย่างต่อเนื่อง

6. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรม ซื่อสัตย์ มีวินัย มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในอาชีพนั้น ๆ

7. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว องค์กร ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรมไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่น ตระหนักในปัญหาและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

8. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจของประเทศโดยเป็นกำลังสำคัญในด้านการผลิตและให้บริการ

9. เพื่อให้เห็นคุณค่าและดำรงไว้ซึ่งสถาบันชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ปฏิบัติตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

โครงสร้างหลักสูตร

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 แบ่งเป็น 3 หมวดวิชา และกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้

1. หมวดวิชาทักษะชีวิต

1.1 กลุ่มทักษะภาษาและการสื่อสาร ประกอบด้วยกลุ่มวิชาภาษาไทยและกลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ

1.2 กลุ่มทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ประกอบด้วยกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

1.3 กลุ่มทักษะทางสังคมและการดำรงชีวิต ประกอบด้วยกลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และกลุ่มวิชามนุษยศาสตร์

2. หมวดวิชาทักษะวิชาชีพประกอบด้วยกลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐานกลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก ฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ และโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ

3. หมวดวิชาเลือกเสรี

4. กิจกรรมเสริมหลักสูตร

1.2 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต (Science for Mechanical Work) รหัสวิชา 3000-1302 จำนวน 3 หน่วยกิต เวลาเรียน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รายละเอียดดังนี้

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์ แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ โมเมนตัม โมเมนต์และทอร์ก สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์

2. เพื่อให้มีทักษะการคำนวณ การทดลอง การวิเคราะห์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และมีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์ แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ โมเมนตัม โมเมนต์และทอร์ก สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์

2. คำนวณข้อมูลเกี่ยวกับเวกเตอร์ แรง การเคลื่อนที่ โมเมนตัมตามหลักการ

3. สำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับสมบัติของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ประยุกต์ใช้ความรู้จากการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิตในงานอาชีพ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติการเกี่ยวกับเวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์ แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ โมเมนตัม โมเมนต์และทอร์ก สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์รายวิชา

1. จากการวิเคราะห์รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างหน่วยการเรียน ดังตารางที่ 2-1

ตาราง 2-1 โครงสร้างหน่วยการเรียน

สัปดาห์ที่	หน่วยการเรียน	จำนวนชั่วโมง
1-2	เวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์	8
3-4	แรงและสมดุลของแรง	8
5-6	การเคลื่อนที่	8
7-8	โมเมนตัม	8
9-11	สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส	12
12-13	ปริมาณสารสัมพันธ์	8
14-15	ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน	8
16-17	ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์	8
รวม		**68**

2. กาวิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชาผู้วิจัยสังเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 เนื้อหา ดังตารางที่ 2-2

ตาราง 2-2 การสังเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยการเรียน	เนื้อหาย่อย	จุดประสงค์รายวิชา
แรงและสมดุลของแรง	1. แรงชนิดต่าง ๆ 2. การเขียนแผนภาพของแรง 3. การคำนวณแรงลัพธ์ 4. จุดศูนย์กลางมวล และจุดเซนทรอยด์ 5. สมดุลของแรง 6. การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	1. เขียนแผนภาพของแรงแทนแรง ได้ถูกต้อง 2. คำนวณขนาดของแรงชนิดต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 3. คำนวณแรงลัพธ์ในระบบพิกัดฉากได้ถูกต้อง 4. คำนวณขนาดของแรงที่ทำให้เกิดสมดุลของแรงในระบบพิกัดฉากได้ถูกต้อง 5. ใช้หลักการสมดุลอธิบายขนาดของแรงที่ทำให้เกิดสมดุลแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 6. การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้อง 7. ปฏิบัติการเกี่ยวกับแรง สมดุลของแรง และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และมีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียน	เนื้อหาย่อย	จุดประสงค์รายวิชา
การเคลื่อนที่	1. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง 2. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 3. การเคลื่อนที่แบบวงกลม 4. การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก	1. อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 2. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 3. ใช้หลักการทางฟิสิกส์อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้ถูกต้อง 4. ประยุกต์ใช้ความรู้จากการศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ในงานอาชีพได้
โมเมนตัม	1. โมเมนตัม 2. การดล 3. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม 4. การชนแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น 5. การชนในสองมิติ 6. การขับเคลื่อนของจรวด	1. บอกความหมายและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมได้ 2. อธิบายหลักการอนุรักษ์โมเมนตัมได้ถูกต้อง 3. อธิบายการชนแบบหนึ่งมิติและสองมิติทั้งแบบยืดหยุ่น และไม่ยืดหยุ่นได้ถูกต้อง 4. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวกับการชนกรณีต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 5. คำนวณหาแรงดลได้ถูกต้อง 6. ประยุกต์หลักการอนุรักษ์โมเมนตัมเพื่อวิเคราะห์ จุดศูนย์กลางมวลได้ ถูกต้อง 7. นำหลักการอนุรักษ์ของโมเมนตัมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์

2.1 ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ (Concept) หมายถึง ภาพที่เกิดในใจซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งหลายสิ่งต่างกัน แต่มีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน นักวิชาการได้ให้ความหมายและแนวคิดไว้ดังนี้

Good, Carter V. (1973 : 20) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการคือ

1. มโนทัศน์ คือ ความคิดเห็นหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบหรือสัญลักษณ์ร่วม สามารถแยกกลุ่มเป็นประเภทได้

2. มโนทัศน์ คือ สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือแสดงความรู้เชิงนามธรรม ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ เหตุการณ์ และสภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

3. มโนทัศน์ คือ ความเห็น ความคิด หรือมโนภาพ ความรู้สึก

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่ามโนทัศน์คือ หมวดหมู่ของวัตถุ เหตุการณ์ คน หรือแนวความคิดที่มีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกัน แต่ละสิ่งในหมวดหมู่นั้นอาจมีความแตกต่าง หลากหลาย แต่ละลักษณะที่ใกล้เคียงกันมากพอที่จะบอกได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร ซึ่งแต่ละมโนทัศน์มักจะแทนด้วยคำพูดที่เข้าใจร่วมกันของคนในสังคม เช่นเมื่อพูดว่าต้นไม้ จะมีภาพรากของต้นไม้ในความคิดของเราทันทีทำให้เราเข้าใจได้ว่าหมายถึงอะไร

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 10) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์คือความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นแล้ว ใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติ ที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นมโนทัศน์จะทำให้จำแนกสิ่งใหม่ ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ที่ได้สัมผัสมา

แสงเดือน เจริญฉิม (2552 : 45) ให้ความหมายคำว่า มโนทัศน์คือความคิดความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ แล้วใช้คุณลักษณะเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาประมวลผลเป็นข้อมูลที่สามารถแยกแยะเรื่องนั้นออกจากเรื่องอื่น ๆ ได้ อย่างชัดเจน

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นหรือภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคล ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่พบเห็นแล้วสรุปความคิดเห็นจากกการรับรู้ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะร่วมกันและสามารถใช้คำจำกัดความสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างมีความหมาย โดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาของแต่ละบุคคล

2.2 ความสำคัญของมโนทัศน์

พวงเพ็ญ อินทรประวัติ (2537 : 1-2) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นเนื้อหา เป็นความรู้ที่มีประโยชน์มาก หากนักเรียนได้สร้างมโนทัศน์ของสิ่งใดได้ แล้ว ก็สามารถนำเอามโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้และสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งหรือเรื่องราวในรูปของมโนทัศน์ ซึ่งจะช่วยลดภาระของสมองให้จดจำน้อยลงแทนที่จะจดจำลักษณะปลีกย่อยมโนทัศน์จะช่วยให้ จำลักษณะที่เป็นหมวดหมู่ ทำให้สามารถขยายขอบเขตความรอบรู้ของตัวเองให้กว้างขวางออกไป

สุรางค์ โค้วตระกูล (2541 : 7) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่ไม่มีมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายที่จะทำให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 58-59) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญมากในการกำหนดความเป็นมนุษย์เพราะมโนทัศน์มีหน้าที่ในการทำความเข้าใจและใช้เหตุผล โดยทำหน้าที่ที่สำคัญดังนี้ สมองจะกำหนดมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ เป็นกรอบต้นแบบหรือโครงร่างคร่าว ๆ ของสิ่งนั้น เพื่อให้เกิดการเข้าใจว่าสิ่งนั้น คืออะไรประกอบด้วยอะไร กรอบความคิดต่าง ๆ จะกลายเป็นข้อสมมติ หรือการคาดเดาว่าน่าจะเป็นสิ่งนั้นสิ่งนี้ เรื่องนั้นเรื่องนี้ในสิ่งที่มองไม่เห็นแต่พอจะเข้าใจ เพราะเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องนั้นอยู่

ปิยณัฐ ชัยเพ็ง (2559 : 38) ได้กล่าวว่ามโนทัศน์มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา ช่วยในการสื่อสาร สื่อความหมายต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจการใช้เหตุผล ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้เป็นรากฐานของความคิดช่วยจัดระบบการคิดไม่ให้เกิดความซับซ้อนช่วยให้สามารถแก้ปัญหาและมโนทัศน์จะทำให้คนพบความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ได้ถึงระดับสูงขึ้น

จากการศึกษาความสำคัญของมโนทัศน์สรุปได้ว่ามโนทัศน์เป็นพื้นฐานทางความคิดที่สำคัญของการคิดลักษณะอื่น ๆ เพราะมโนทัศน์มีหน้าที่ในการทำให้เกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยใช้เหตุผล การจัดการเรียนรู้ครูควรสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์เป็นอันดับแรก เพราะถ้าผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องย่อมสามารถเข้าใจและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย รวดเร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพ สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น

2.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ปัจจุบันมีการใช้มโนทัศน์อย่างแพร่หลาย จึงทำให้มโนทัศน์มีความหมายที่กว้างขวางและแตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามรากฐานของการสร้างมโนทัศน์ย่อมตั้งอยู่บนหลักการ เหตุผล กระบวนการที่ไม่แตกต่างกันมากนัก นักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

แสงเดือน เจริญฉิม (2552 : 46) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจที่จะสรุปลักษณะสำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่มีลักษณะพื้นฐานร่วมกัน มโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการคิด มโนทัศน์เป็นนามธรรม บางมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง มโนทัศน์หนึ่ง ๆ อาจเกิดจากหลายมโนทัศน์มาสัมพันธ์ต่อเนื่องกันอย่างมีเหตุผล

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 4) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจ ที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุหรือประสบการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์แล้ววุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้น ๆ

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification Concepts) เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ๆ เช่น

1.1 ดอกไม้ประกอบด้วยฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย

1.2 สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

1.3 สสารคือสิ่งที่มีมวลต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ สสารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบาย คุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่มิอาจสังเกตได้โดยตรงได้ทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เช่น

2.1 น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน

2.2 โปรตีนเป็นสารอาหารที่อยู่ในสัตว์

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation Cpmcepts) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้การทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น

3.1 อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

3.2 ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

3.3 ก่อนฝนตกอากาศจะร้อนอบอ้าว

จากการศึกษาสรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง การเรียนรู้ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม หรือเรื่องราว เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับตัวเอง หรือสิ่งเร้าที่ได้รับและสรุปเป็นความเข้าใจด้วยตนเอง

Renner, J.W. et al. (1990 : 35-54) แบ่งระดับความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบออกเป็น 6 ระดับดังนี้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการได้ยินได้ฟัง (Sound Understanding : SU)

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partiallly Understanding : PU)

3. มโนทัศน์คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Specific Misconception : SM)

4. มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partially Understanding with Specific Misconception : PU/SM)

5. มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง (No Understanding : NU)

6. ไม่ตอบคำถาม (No Response : NR)

2.4 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542 : 23) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะมีผลดีต่อการพัฒนาหลักสูตรตลอดการค้นคว้าหาสาระของการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้มากแล้ว ยังสรุปข้อดีได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ มีหน้าที่เสมือน “ตัวกระตุ้น” ที่ทำให้เกิดการค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ

2. มโนทัศน์ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจทฤษฎี ข้อเท็จจริง เหตุการณ์และประสบ การณ์ของเอกัตตบุคคลที่มีความสัมพันธ์กัน

3. มโนทัศน์อำนวยต่อการแสวงหาความรู้และวิธีการใหม่อาจเกิดผลดีต่อสังคมในอนาคต

4. มโนทัศน์ช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการสอนในเชิงปฏิบัติการ (Operation) มีผลที่ดีกว่าการสอนแบบธรรมดา

5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนนักศึกษารู้จักการจำแนกแยกประเภท การหาความสัมพันธ์ และการคิดในเชิงนามธรรมได้ดีขึ้น

6. มโนทัศน์ช่วยให้เด็กมีเจตคติที่ดี เกิดความซาบซึ้งในคุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์

การศึกษาพบว่า มโนทัศน์มีประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้ดีโดยช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะการสอนในเชิงปฏิบัติการ นอกจากนี้แล้วยังช่วยให้นักเรียนนักศึกษามีเจตคติทางการเรียนที่ดีขึ้นและเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ยังช่วยแก้ปัญหาการเรียนรู้เนื้อหาที่ยากให้ง่ายยิ่งขึ้น ช่วยให้การติดต่อสื่อสารรวดเร็วขึ้น

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์

2.5.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piaget Theory of Intellectual Development) เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น แต่ละขั้นแตกต่างกันในกลุ่มคนและอายุ ตามลักษณะทางพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม ลำดับขั้นทั้งสี่ของเพียเจต์ คือ ขั้นประสาทสัมผัสและการ

เคลื่อนไหว ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ ขั้นปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน พัฒนาการของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นและต่อเนื่องกัน ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขั้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิดภาษา ปฏิกิริยา และพฤติกรรมของเด็กแตกต่างจากของผู้ใหญ่ และสิ่งที่มีความหมายมากนักการศึกษาได้รับจากงานเขียนของเพียเจต์ คือแนวคิดที่ว่าเด็กที่มีอายุน้อย ๆ จะเรียนได้ดีจากกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม (พรธิดา สุขกรม และอัมพร ม้าคะนอง. 2558 : 609) หากแนวคิดนี้ถูกนำไปใช้ในห้องเรียน ผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และนำผู้เรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง ตามทฤษฎีของเพียเจต์ เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับขั้นตอนสูงกว่า เด็กจะต้องการการเรียนรู้จากกิจกรรมลดลง เนื่องจากการพัฒนาของสติปัญญาที่ซับซ้อนและทันสมัยขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่าเด็กจะไม่ต้องทำกิจกรรม การเรียนรู้โดยทำกิจกรรมยังคงอยู่ในทุกขั้นของการพัฒนา นอกจากนี้ เพียเจต์ยังเน้นว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทสูงมากต่อการพัฒนาสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น เพียเจต์เรียกกระบวนการนี้ว่าการกระจายความคิด (Decentration) ซึ่งเป็นความสามารถของเด็กที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นไปตามลำดับขั้น เพื่อพิจารณาสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองของผู้อื่น ซึ่งประเด็นนี้ การศึกษาจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมความสามารถนี้

2.5.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne Theory of Learning) ได้แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์ออกเป็น 8 ประเภท คือ

1. การเรียนสัญญาณ (Signal Learning)
2. การเรียนสิ่งเร้า การตอบสนอง (Stimulus-Response Learning)
3. การเรียนแบบลูกโซ่ (Chaining)
4. การเรียนโดยใช้สัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association)
5. การเรียนแบบจำแนกความแตกต่าง (Discrimination Learning)
6. การเรียนมโนทัศน์ (Concept Learning)
7. การเรียนกฎ (Rule Learning)

8. การเรียนแก้ปัญหา (Problem Learning)

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบกานเย (ทิศนา แขมมณี. 2545 : 225 ; อ้างอิงจาก Gangne, 1985 : 70-90) ประกอบด้วยการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนรวม 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับสิ่งเร้าหรือสิ่งที่จะเรียนรู้ได้ดี

ขั้นที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ความคาดหวัง

ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิมเป็นการช่วยให้ผู้เรียนดึงข้อมูลเดิมที่ อยู่ในหน่วยความจำระยะยาวให้มาอยู่ในหน่วยความจำเพื่อใช้งานซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ ผู้สอนควรจะจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเห็นลักษณะสำคัญของสิ่งเร้านั้นอย่างชัดเจน เพื่อความสะดวกในการเลือกรับรู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 การให้แนวการเรียนรู้ หรือการจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับสาระที่เรียนได้ง่ายและเร็วขึ้น

ขั้นที่ 6 การกระต้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสาระที่เรียนซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงสาระการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

ขั้นที่ 7 การให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนและข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียน

ขั้นที่ 8 การประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 9 การส่งเสริมการคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกฝนอย่างพอเพียงและในสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้นและสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้

2.5.3 ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้

1. การเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเป็นกระบวนการต่อเนื่องขณะผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจ

เปลี่ยนสมมุติฐานในขณะมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นและผลการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียน (Driver, R., & Bell, B. 1986 : 443-456)

2. ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และความอยากรู้อยากเห็น เป็นกลไกหลัก 2 ประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

3. พัฒนาทางเชาว์ปัญหาของบุคคลมีการปรับผ่านทางกระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบ ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

4. การเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติเอง ผู้ทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาของผู้เรียน และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.5.4 โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเล่ย์และแมทซีนสกี

โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเล่ย์และแมทซีนสกี (The Lesley and Kaczynski model) พัฒนาขึ้นเพื่อสร้างมโนทัศน์แก้ปัญหาของผู้เรียนที่มีต้นเหตุจากแนวคิดที่ผู้สอนมักเป็นผู้ตัดสินว่าจะสอนมโนทัศน์อะไรให้กับผู้เรียน จากนั้นจะสอนนิยามหรือสาระของมโนทัศน์นั้น แล้วให้ตัวอย่างที่หลากหลายตามนิยามหรือมโนทัศน์ที่สอน เพื่อให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างได้ วิธีนี้แม้เป็นที่นิยมแต่ก็มีข้อจำกัดตรงที่จำกัดกรอบความคิดของผู้เรียนให้อยู่กับเฉพาะกรอบที่ผู้สอนเตรียมมา ทำให้ผู้เรียนมีแนวคิดและมุมมองไม่กว้างพอ แนวคิดทฤษฎีบางส่วนมาจากทฤษฎีของทาบา (Taba) (อัมพร ม้าคนอง 2546 : 16) ที่เน้นให้ผู้สอนพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน และใช้รูปแบบการนิรนัยในการสอน จุดประสงค์ของการสร้างมโนทัศน์ คือ การทำให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่าง ๆ และขยายจากตัวอย่างเฉพาะไปสู่ประเภทของมโนทัศน์

ที่กว้างขึ้นและมีลักษณะของตัวอย่างเหล่านี้ เป็นการใช้ความคิดระดับสูง กระทำกับข้อมูลในวิธีที่จะจัดโครงสร้าง แนวคิด และตัวอย่าง เพื่อสรุปเป็นความหมาย และเพื่อแปลงไปสู่การนำไปใช้ ลาสเล่ย์และแมทซีนสกี จึงได้พัฒนาโมเดลการสร้างมโนทัศน์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

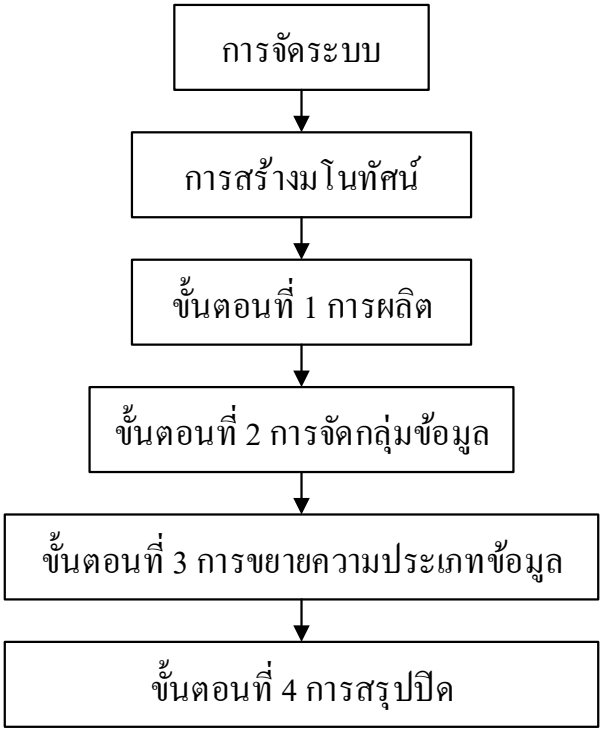
ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) ขั้นนี้เป็นขั้นการผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะสร้างข้อมูลอาจมาจากผู้เรียน ผู้สอนหรือจากทั้งผู้เรียนและผู้สอน ในขั้นนี้ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้นี้ เป็นสิ่งที่ต้องการนำไปสู่มโนทัศน์หรือไม่ และเพียงพอหรือยัง มีสิ่งใดที่ต้องการเพิ่มเติม สิ่งใดที่ควรตัดออก

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง ผู้สอนต้องเตือนผู้เรียนให้นิยามหรืออธิบายให้ได้ว่า ใช้เกณฑ์หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์หรือหลักการนี้ควรถูกกำหนดก่อนการดำเนินการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะแยกแยะข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภทข้อมูล (Expanding the Category) จากกลุ่มข้อมูลที่ผู้เรียนจัดได้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่าผู้เรียนคิดอย่างไรในกระบวนการจำแนก โดยอาจให้ผู้เรียนอธิบายให้ผู้อื่นฟังหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดาน การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริง ผู้สอนควรเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของผู้เรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ในขั้นนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกัน เกี่ยวข้องกันอย่างไรหรือได้สร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ภายในประเภทเดียวกัน หรือให้สรุปหาความหมายของประเภทที่จะสร้างโครงข่ายโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ การดำเนินการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง (อัมพร ม้าคนอง. 2546 : 14-15)

ขั้นตอนการสร้างมโนทัศน์ โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเล่ย์และแมทซีนสกี ดังแผนภาพที่ 2-1



ภาพ 2-1 โมเดลการสอนเพื่อการสร้างมโนทัศน์ของลาสเล่ย์และแมทซีนสกี

ที่มา : อัมพร ม้าคนอง (2546: 14)

2.5.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ของจอยส์และวิลส์

ทฤษฎีการเรียนรู้ของจอยส์และวิลส์ (ทิศนา แขมมณี. 2545 : 223 ; อ้างอิงจาก Joyce & Weil, 1996 : 161-178) ได้พัฒนารูปแบบนี้ขึ้นโดยใช้แนวคิดของบรุนเนอร์ กู๊ดนาว และออสติน เกี่ยวกับการเรียนรู้มโนทัศน์ที่ว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นสามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้นเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่สิ่งนั้นออกจากกัน กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนฝึกหัดจำแนก

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกัน ก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมโดยอาจสาธิตวิธีและให้ผู้เรียนลองทำตามที่ครูผู้สอนบอก จนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน และข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน

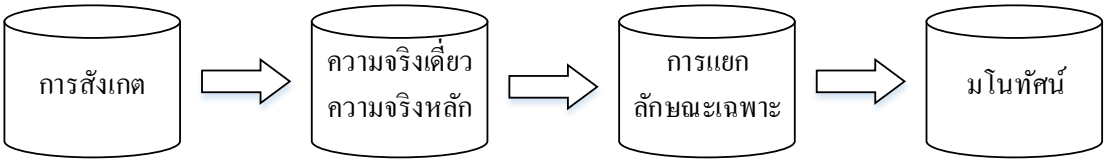
ขั้น ที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการแสวงหาคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างมโนทัศน์ สรุปได้ว่า การสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการที่เน้นพัฒนาการคิดของผู้เรียน ผู้สอนจะต้องวางแผนการสอนอย่างเป็นระบบ หรืออาจสร้างสถานการณ์หรือประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และตอบสนอง เพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ที่ต้องการ กระบวนการในการสร้างมโนทัศน์จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่ามโนทัศน์นั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ สร้างแนวคิดในการจดจำลักษณะเรื่องที่ซับซ้อนเป็นมโนทัศน์นั้นขึ้นมาใหม่ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์กับข้อมูลที่มีอยู่ ในที่สุดผู้เรียนจะได้มโนทัศน์จากการสร้างความหมายในมโนทัศน์นั้นด้วยตัวเอง

2.5.6 กระบวนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการพัฒนาความคิดของผู้เรียน ผู้สอนต้องวางแผนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยอาจสร้างสถานการณ์หรือประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และตอบสนอง เพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ที่ต้องการ กระบวนการสร้างมโนทัศน์จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่ามโนทัศน์นั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประสบการณ์เกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ (ปุณณาณี เจ๊ะหนุ่ม. 2551 : 33)

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546 : 22) กล่าวว่า กระบวนการสร้างที่ก่อให้เกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดหรือสิ่งใดนั้น ลักษณะของบุคคลนั้นต้องรู้จักการสังเกต (Observation) มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง (ความจริงเดี่ยว : Fact) หลักการ (ความจริงหลัก : Principle) และมีความสามารถในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ออกจากสิ่งอื่นอย่างชัดเจน (Multiple Discrimination) โดยมีกระบวนการพัฒนามโนทัศน์ ดังแผนภาพที่ 2-2



ภาพ 2-2 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

ที่มา : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546 : 22)

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537 : 55-56) กล่าวว่า คนเราจะเรียนรู้มโนทัศน์ไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้น บุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมมีมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันต่างกัน โดยการเรียนรู้มโนทัศน์จะเริ่มขึ้นเมื่ออินทรีย์ (Organism) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (Stimuli) ก็จะเกิดการรับรู้ (Sensation) และการตีความ (Meaning) ในตอนนี้นักเรียนจะเกิดการรับรู้อย่างมี ความหมาย (Perception) แล้วเก็บความรู้นี้ไว้ในความทรงจำ (Memory) ต่อมาเมื่อได้รับสิ่งเร้าใหม่ ก็จะเกิดการรับรู้เปรียบเทียบภาพของสิ่งเร้าใหม่กับสิ่งเร้าเดิม ซึ่งนักเรียนอาจจะแยกแยะไม่ออกในระยะแรก แต่ถ้าครูบอกว่าสิ่งเร้าใหม่นี้คืออะไร ในที่สุดนักเรียนก็จะสามารถแยกแยะความแตกต่าง (Discrimination) ระหว่างสิ่งเร้าเดิมกับสิ่งเร้าใหม่ทันที และยังได้เก็บการรับรู้ที่มีความหมาย เกี่ยวกับสิ่งเร้าใหม่ไว้ในความทรงจำอีกด้วย ต่อมาเมื่อนักเรียนได้รับสิ่งเร้าอีกสิ่งหนึ่งที่เป็นชนิด เดียวกับสิ่งเร้าแรก แต่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น อาจจะมีสีหรือขนาดรูปร่างต่างกัน เมื่อครูบอกว่าสิ่งเร้านี้เป็นชนิดเดียวกับสิ่งเร้าแรก นักเรียนก็จะสามารถสรุปมโนทัศน์ของสิ่งเร้า แรกได้

แสงเดือน อาตมียนันท์ (2557 : 55) กระบวนการสร้างมโนทัศน์นั้น นักเรียนต้องมีความรู้และทักษะพื้นฐานในเรื่องนั้น เพื่อนำไปสู่การศึกษาเรื่องใหม่ ๆ ต่อไป ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ต้องมีครูคอยชี้แนะแนวทาง ครูต้องจัด กิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงและฝึกให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ด้วยตนเอง

ทิศนา แขมมณี (2554 : 225) กล่าวว่ากระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ครูผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนฝึกหัดจำแนก ต้องสอนเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสม นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนให้ชัดเจน อธิบายกติกาในการเรียนให้ผู้เรียนรับรู้และ

เข้าใจตรงกัน ชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจ ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ผู้เรียนจะต้องพยามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง ทั้งนี้ผู้เรียนต้องตระหนักถึงความคิดของตนเองและผู้อื่น การทำความคิดเห็นให้ชัดเจน การแก้ปัญหาของความไม่สอดคล้องทางปัญญา การสร้างความคิดใหม่ การใช้ความคิดใหม่ และจัดระบบมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว การยอมรับแนวความคิดใหม่ การใช้ความคิดใหม่ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและในสถานการณ์ใหม่

ฉวีวรรณ กิณาวงศ์ (2538 : 46) กล่าวว่าการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ควรคำนึง ถึงวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสอนต้องเริ่มจากสิ่งง่าย ๆ ที่อยู่ใกล้ ๆ ตัวก่อนแล้วค่อย ๆ ขยายวงกว้างออกไปและส่งเสริมให้ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลตลอดเวลา

2. สอนโดยให้เด็กรู้จักแบ่งแยกเป็นพวก ๆ

3. สอนโดยหาตัวประกอบร่วมของสิ่งต่าง ๆ

4. สอนเปรียบเทียบให้เห็นถึงลักษณะที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันของสิ่งต่าง ๆ

5. สอนให้รู้จักคิด ติ ชม ขัดแย้ง หรือวิพากษ์วิจารณ์สิ่งต่าง ๆ

6. สอนให้เข้าใจความหมายของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วิธีการดังนี้

6.1 สอนให้นักเรียน เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงให้มากที่สุด

6.2 สอนให้นักเรียนพูด หรือเขียนหลักการต่าง ๆ ออกมา

6.3 สอนโดยใช้คำง่าย ๆ ประโยคสั้น ๆ คำยากต้องเน้นชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่สอน และสอนโดยการใช้คำถาม

6.4 จัดลำดับเนื้อหาที่สอนให้เหมาะสม อันจะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งอาจจัดลำดับเนื้อหาจากส่วนใหญ่ไปหาส่วนย่อย หรืออาจจะจัดลำดับจากย่อยไปหาใหญ่ก็ได้

6.5 สอนโดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมหรือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองให้มากที่สุด

6.6 พยายามขจัดวิธีการบอก หรือบรรยายด้วยวาจาให้มากที่สุด เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพหรือสร้างมโนทัศน์ที่ผิด ๆ ได้ง่าย

7. สอนให้เกิดความเข้าใจได้รับข้อสรุปรวบยอดต่าง ๆ โดยการยกตัวอย่างกฎเกณฑ์และมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกันกับการสอน

8. สอนให้เข้าใจเหตุผลซึ่งอยู่เบื้องหลังของกฎเกณฑ์รวมทั้งหลักการต่าง ๆ

Martin D.J. (2014 : 41) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการสอน พอสรุปได้ดังนี้

1. ครูเป็นผู้กำหนดเหตุการณ์ หรือปัญหา หรือเนื้อหาที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้

2. ให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหา การสำรวจ การทดลอง หรือวิธีการที่จะได้ข้อมูลมาเพื่ออธิบายจากเหตุการณ์ หรือปัญหา หรือเนื้อหาที่ศึกษา

3. ให้นักเรียนได้เป็นเจ้าของความรู้เอง โดยให้นักเรียนเป็นผู้สรุปความรู้เอง

4. ครูให้คำแนะนำและคอยซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้มโนทัศน์ที่ถูกต้อง

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542 : 15) เสนอวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ไว้ 2 วิธี ได้แก่ 1) การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์แบบนิรนัย (Deductive) และ 2) การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์แบบชักนำ (Inductive) แต่ละวิธีมีขั้นตอน ดังนี้

1. การสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์แบบนิรนัย

1.1 กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบ

1.2 อธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่จะสอน

1.3 ให้นักเรียนคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์

1.4 ให้นักเรียนเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

1.5 ให้นักเรียนสรุป อธิบายอีกครั้งหนึ่งว่ามโนทัศน์นั้นเป็นอย่างไร

2. การสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์แบบชักนำ

2.1 ครูผู้สอนไม่บอกมโนทัศน์และอธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่จะสอนแก่นักเรียน

2.2 ให้นักเรียนดูตัวอย่าง แล้วให้เลือกว่าตัวอย่างเหล่านั้นมีอะไรที่เป็นกลุ่มเดียวกันได้และอะไรที่ไม่เข้ากลุ่มกัน

2.3 ให้นักเรียนสังเกตลักษณะที่อยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.4 ให้นักเรียนคิดตั้งชื่อ หรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านั้น

2.5 ให้นักเรียนสรุป อธิบาย ความหมายของคำหรือกลุ่มคำที่ตั้งขึ้นว่าหมายความว่าอย่างไร

พัชรี โพชนา (2559 : 110) รายงานผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ต่อเนื่องกัน 5 ขั้นตอน คือขั้นที่ 1 ขั้นนำ ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ทั้งนี้พบว่าธรรมชาติของผู้เรียนจะให้ความสนใจในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันออกไป โดยขั้นตอนที่ผู้เรียนสนใจและประสบความสำเร็จกับผู้เรียนมาก คือ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ซึ่งเป็นขั้นสร้างความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด ทั้งนี้ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการทดลองเพื่อค้นหาความรู้และนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึกผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้และอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการสังเกต การนำข้อมูลมาแยกแยะความจริงนั้นด้วยหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ แล้วพิสูจน์เพื่อเป็นการยืนยัน และนำไปสู่มโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ ทั้งนี้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นมิได้เลยหากบุคคลนั้นไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมจะมีมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันได้แตกต่างกัน การสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการสอนแบบมีกระบวนการ ให้นักเรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์ตรงหรือของจริง หรือจากหุ่นจำลอง หรือสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุดเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้มโนทัศน์นั้นและได้ฝึกฝนตนเองอย่างสม่ำเสมอเพื่อฝึกให้เป็นนิสัยในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.7 การวัดมโนทัศน์

การวัดมโนทัศน์เป็นการบรรยายลักษณะของผู้ที่เกิดมโนทัศน์ ในการวัดมโนทัศน์นั้นผู้วิจัยจำเป็นต้องทราบลักษณะสำคัญของผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ระบุเกี่ยวกับลักษณะของผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่ได้เรียนรู้ ดังต่อไปนี้

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542 : 14) ได้กล่าวว่า เราจะทราบว่าบุคคลนั้น ๆ มีมโนทัศน์แล้ว เมื่อผู้เรียนสามารถบอก ระบุ เรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้ สามารถคัดเลือก จำแนก แยกแยะ

ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้นจากความรู้ความเข้าใจของตนด้วยภาษา และคำพูดของตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2546 : 27) อธิบายว่า ในการเรียนมโนทัศน์ใด ๆ ผู้เรียนควรมีพฤติกรรมการเรียน ดังนี้

1. ยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่คล้ายคลึงมโนทัศน์แต่ไม่ใช่มโนทัศน์พร้อมทั้งอธิบายตัวอย่างเหล่านั้น

2. รวบรวมและพิสูจน์ข้อมูลเพื่อบอกลักษณะตามมโนทัศน์ของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ซึ่งไม่มีในตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์

3. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อาจแปรเปลี่ยนได้ แต่ยังคงเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

4. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่หลากหลายของมโนทัศน์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน

5. อ้างอิงได้ว่าลักษณะที่เหมือนกันของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ทั้งหมดที่ตรวจสอบแล้วจะเป็นจริงและมีอยู่ในตัวอย่างอื่นของมโนทัศน์นี้

6. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์คล้ายคลึงและแตกต่างจากตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อย่างไร

7. อ้างอิงเกี่ยวกับลักษณะสำคัญที่จำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์แต่มีความคล้ายคลึงที่จะเป็นมโนทัศน์

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552 : 81) กล่าวว่า ผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์แล้วจะมีความสามารถบอก ระบุ เรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้ สามารถคัดเลือก จำแนก แยกแยะ ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ บอกลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของมโนทัศน์นั้นได้ บอกลำดับขั้นของมโนทัศน์ ลำดับขั้นที่สูงกว่า ลำดับขั้นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันและ ลำดับขั้นที่ต่ำกว่า อธิบาย สรุปความหมาย คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้นจากความรู้ ความเข้าใจของตน ด้วยภาษาคำพูดของตนเองได้

แสงเดือน เจริญฉิม และสุเทพ อ่วมเจริญ (2553 : 76-77) กล่าวว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ หรือไม่ วัดได้จากความสามารถในการแก้ปัญหาในห้องเรียนได้ การประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถและมโนทัศน์ต่อปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือความรู้เดิมของผู้เรียนต่อกิจกรรม

การการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหา ลงมือทำกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาตามแผนตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบได้

ชลกานต์ ชมภู (2559 : 54) ผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์จะสามารถบอก ระบุประเด็นสำคัญหรือเรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้ หรือสังเกตได้ว่าตัวอย่างที่หลากหลายของมโนทัศน์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์คล้ายคลึงและแตกต่างจากตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อย่างไร

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 66) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (Completely Correct)ให้ 3 คะแนน

ระดับถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ (Mostly Correct) ให้ 2 คะแนน

ระดับถูกต้องบ้างบางส่วน (Partly Correct) ให้ 1 คะแนน

ระดับไม่ถูกต้อง (Incorrect) ให้ 0 คะแนน

อัมพร ม้าคนอง ได้วิเคราะห์ลักษณะการอธิบายมโนทัศน์ออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การอธิบายแบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นการอธิบายที่มีการอ้างอิงโครงสร้างและใช้ความรู้สนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 ระดับ ดังนี้

1.1 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

1.2 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้บ้าง หรือพยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน

2. การอธิบายแบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการอธิบายที่ไม่ได้ใช้โครงสร้างและระบบและไม่ได้ใช้ความรู้ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

จากการศึกษาการวัดมโนทัศน์เป็นการบรรยายลักษณะของผู้ที่เกิดมโนทัศน์ สรุปได้ว่าการวัดมโนทัศน์เป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจในความรู้ (Knowledge) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาอธิบายเหตุการณ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยหลักการที่สัมพันธ์กัน และผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ความรู้เดิมของผู้เรียนโดยการวางแผนวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติการเพื่อหาคำตองของปัญหาได้ตามขั้นตอน และตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎี หรือไม่

ดังนั้นในการวัดมโนทัศน์ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การวัดมโนทัศน์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2-3

ตาราง 2-3 เกณฑ์การวัดมโนทัศน์

คะแนน	ระดับ	พฤติกรรมที่แสดงออก
3	คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลได้อย่างสมบูรณ์	ตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยอ้างอิง ทฤษฎีบท กฎ หรือสูตรหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการตอบคำถามนั้นอย่างครบถ้วนและถูกต้อง
2	คำตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลไม่สมบูรณ์	ตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยอ้างอิง ทฤษฎีบท กฎ หรือสูตรหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการตอบคำถามแต่ไม่ครบถ้วน
1	คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ให้เหตุผลผิด	ตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ถูกบ้าง ผิดบ้าง ไม่นำทฤษฎีบท กฎ หรือสูตร หรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการตอบคำถาม
0	ไม่ตอบคำถาม	ไม่ตอบตำถามหรือไม่อธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

2.8 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) มีนักกการศึกษาให้ความหมายมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อน ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

ปิยนัฐ ชัยเพ็ง (2559 : 48) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิด ความเชื่อ ความเข้าใจผิดหรือเข้าใจไม่ถูกต้องในการนำกฎ กติกา หรือสูตร ที่ไม่ชัดเจนไปใช้ในการแปลความ หรือคิดคำนวณและเป็นความคิดที่ต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับกันในสังคม อาจได้มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งถือว่าเป็นความไม่ชัดเจนของแต่ละคน

Drews, D. (2011 : 11-17) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหมายถึง ความเชื่อและความเข้าใจที่ได้มาจากแนวความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงเป็นแนวคิดและความรู้ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นก่อนหรือระหว่างการเรียนรู้โดยที่ผู้เรียนจะไม่รู้ว่าตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร

Novak, J.D. (1985) กล่าวว่า แนวคิดพื้นฐานของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือธรรมชาติของผู้เรียนไม่ได้เข้าเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสมองที่ว่างเปล่า ความจริงแล้วเขาพกพาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติมาด้วย และความรู้ความเข้าใจที่ผู้เรียนมีมานั้นบางครั้งขัดแย้งกับหลักการที่ต้องเรียนรู้จากห้องเรียน ความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ปรับเปลี่ยนได้ยาก อันมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

Fisher, K.M. (1983) ได้กล่าวถึง ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ของผู้เรียนหรือผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียวสามารถขยายวงกว้างออกไปได้และส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในเรื่องอื่นได้อีก เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของบุคคลในวงกว้าง

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไปจากเรื่องที่ง่ายสู่เรื่องที่ยาก แล้วถ้าใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมจะทำให้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยากต่อการแก้ไข

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องเกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่น ๆ เกี่ยวโยงกันอย่างมีระบบและมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

Cockburn,A. and G. H. Littler. (2010 : 3-6) สรุปสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าเป็นความผิดพลาดด้านมโนทัศน์ในเรื่องที่รับรู้ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนที่แตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูผู้สอนต้องการให้นักเรียนนักศึกษามี ซึ่งสาเหตุเกิดจากตำราเรียน การใช้สูตร สมการหรือกฎไม่ถูกต้อง สรุปข้อความมากหรือน้อยเกินความเป็นจริง การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์ผิดจึงทำให้การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผิดพลาด

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ และคณะ (2558 : 2-10) สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเนื่องมาจากนักเรียนได้รับประสบการณ์หรือความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ยังมีลักษณะครูเป็นศูนย์กลาง ครูมุ่งเน้นผลสุดท้ายคือการจดจำสมการคณิตศาสตร์และการนำไปแก้ปัญหาโจทย์ ครูส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการสอนโดยเฉพาะทางด้านการคำนวณโดยไม่มีการสอนความรู้ ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์เรื่องนั้น ๆ อย่างแท้จริง ครูผู้สอนข้ามขั้นตอนที่จะให้นักเรียนมีความซึมซาบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ การเรียนการสอนฟิสิกส์จึงไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์หรือฟิสิกส์ที่ได้ผล ครูจะต้องมุ่งให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ถ้าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดมาก่อน ครูต้องวิเคราะห์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นและเสนอมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเข้าใจผิด หรือความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ของผู้เรียน ทั้งนี้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีสาเหตุมาจากผู้เรียนอาจมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจน ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสูตร หรือสมการหรือการตีความหมายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง จึงส่งผลต่อความผิดพลาดที่เกี่ยวเนื่องหลักการทางคณิตศาสตร์และส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์ หรือวิชาฟิสิกส์โดยตรง นอกจากนี้ยังมีสาเหตุมาจากผู้เรียนมีมโนทัศน์เดิมที่ความคลาดเคลื่อน ขัดแย้งกับหลักการที่เรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ปรับเปลี่ยนได้ยาก จึงส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.9 การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การเรียนการสอนเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของผู้เรียนที่ถูกต้องกับมโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ Pizzini, S. & Abell (1991) ได้เสนอแนะวิธีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเกิดความขัดแย้ง จากโครงสร้างทางสติปัญญาที่นักเรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

2. พัฒนาบทเรียนที่ใช้สอนจะต้องสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่นักเรียนได้มีมาก่อนและตามข้อเสนอของนักเรียนโดยให้นักเรียนแสดงความคิด ปฏิบัติกิจกรรม แสดงการสาธิต อภิปรายและสรุปผล

3. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ใช้การทำนาย ค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้งแล้วเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยให้แนวทางตามหลักวิทยาศาสตร์อย่างง่าย

4. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ เช่น โดยการเขียน การพูด การวาดรูปและการเขียนกราฟ จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเหตุผลกับครู และคนอื่น ๆ เพื่อให้ยอมรับในข้อโต้แย้ง

จะเห็นว่าการเปลี่ยนมโนทัศน์สามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาได้มาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายขณะทำงานกลุ่มร่วมกัน ฝึกความรับผิดชอบต่อส่วนรวม นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้เกิดร่วมมือกันระหว่างครูกับนักศึกษา และนักศึกษาคิดว่าการเรียนรู้ในห้องเรียนเป็นการพบปะทางสังคมด้วยซึ่งควรเป็นการเรียนการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบพึ่งพา และแบบมีส่วนร่วม เนื่องจากมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน และผู้เรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

3.1 ความหมายของปัญหา

นักการศึกษาหลายคนได้ให้ความหมายของคำว่า ปัญหา ดังนี้

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 19) กล่าวว่า ปัญหาคือข้อสงสัย หรือสิ่งต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดข้อข้องใจ เกิดความขัดแย้งหรือเป็นอุปสรรคต่อการทำสิ่งใด สิ่งหนึ่ง

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 67) กล่าวว่า ปัญหาเป็นเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคในการทำงาน ซึ่งคนและสัตว์ไม่สามารถตอบสนองตามที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว จำเป็นต้องศึกษาสาเหตุของปัญหานั้น และกำจัดปัญหาเหล่านั้นออกไปด้วยกระบวนการที่เหมาะสม

ยุดา รักไทย และคณะ (2546 : 9) กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาคือช่องว่างหรือความแตกต่างระหว่างสภาพการณ์ปัจจุบันกับสถานการณ์ที่เราต้องการให้เป็น ดังนั้นผู้เรียนต้องคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบเชิงตัวเลข หรือปริมาณเพื่อใช้ความรู้และประสบการณ์การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง

วันวิสาข์ ภักดี (2557 : 61) กล่าวว่าปัญหาคือ สถานการณ์ เหตุการณ์ที่บุคคลต้องเผชิญพร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสม ส่วนโจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่สมมติขึ้นประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการแก้ไขปัญหา

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 : 221) กล่าวว่า ปัญหาหมายถึงสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใด วิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อเกิดปัญหาขึ้นแล้ว ไม่สามารถมองหาแนวทางในการแก้ปัญหาใดแนวทางหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที

แสงเดือน เจริญฉิม (2558 : 62) กล่าวไว้ว่า ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาเป็นผลผลิตที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนั้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการนำเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้ในการค้นหาคำตอบ

จากการศึกษา สรุปได้ว่า ปัญหาคือสถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีในการหาคำตอบได้ทันทีทันใด ถ้าปัญหานั้นเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แล้วถ้าปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการหาคำตอบทันที จะไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นในตัวผู้เรียน สถานการณ์เดียวกันสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหา แต่อีกคนหนึ่งก็อาจเป็นปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความรู้ประสบการณ์และดำเนินการตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสำคัญ

3.2 ประเภทของโจทย์ปัญหา

การศึกษาการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 เนื้อหาหน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาเฉพาะทฤษฎีประเภทโจทย์ปัญหาฟิสิกส์จากนักการศึกษา ดังนี้

Charles, R.I., & Lester, F.K., Jr (1982 : 6-10) การพิจารณาตามเป้าหมาย การพิจารณาจำแนกประเภทของปัญหา ตั้งเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาไว้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Dill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอน และวิธีการคำนวณ

2. ปัญหาอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาที่เคยเห็นมาก่อน เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ซึ่งต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคข้อความให้เป็นประโยคสัญลักษณ์มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการคิดคำนวณ

3. ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหา เน้นการพัฒนากลวิธีต่าง ๆ มีการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้มโนทัศน์และวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ จัดระบบ ประมวลผล และแปลผล ปัญหาประยุกต์เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้แก่ผู้แก้ปัญหาซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดา ไม่จำเป็นต้องใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ ปัญหาลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะต้องแก้ปัญหาในลักษณะนี้ได้ดี

Polya, G. (1975 : 23-29) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติอาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหาประกอบด้วย สิ่งที่ต้องการหาคำตอบ ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมา

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้ประกอบด้วย สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Baroody, A.J. (1993 : 2-4) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) เป็นปัญหาง่าย ๆ หรือปัญหาชั้นเดียว (Simple (One-Step) Translation Problem) เป็นปัญหาที่ใช้กระทำทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวและสามารถแก้ไขได้อย่างตรงไปตรงมา

2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่

2.1 ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น (Complex (Multistep) Translation Problem) ปัญหาที่แก้ได้โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2 กระบวนการหรือมากกว่านั้น ที่มีสถานการณ์แตกต่างกัน

2.2 ปัญหาที่แก้ไขสิ่งอื่นของปัญหา (Other Modifications of Translation Problem) นอกจากจะรวมการแก้ปัญหาหลายชั้นและชั้นเดียวแล้ว ปัญหานี้ยังต้องการวิเคราะห์ทางความคิด เช่น ปัญหาที่ต้องการองค์ประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิดโจทย์ ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ เป็นต้น

2.3 ปัญหาที่เป็นวิธีปฏิบัติ (Process Problem) ปัญหาที่ให้แสดงถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.4 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) ปัญหาที่เกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาที่ทำให้เกิดความท้าทายในการทำงาน

2.5 ปัญหาเฉพาะไม่ระบุจุดหมาย (Nongoa l-Specific Problem) ปัญหาลักษณะนี้เป็นชนิดพิเศษของปัญหาแปลกใหม่ ซึ่งไม่ต้องการคำตอบที่เป็นปรนัย หรือเงื่อนไขของคำตอบปัญหานี้สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักพิจารณาส่วนคำถาม ซึ่งครูจะไม่คาดคำตอบไว้ก่อน

2.6 ปัญหาประยุกต์ (Appled Problem) ปัญหาลักษณะนี้ขยายจากสถานการณ์จริงที่พบเห็นหรือเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

2.7 ปัญหาที่เกิดโดยยุทธวิธี (Strategy Problem) คือปัญหาที่กำหนดด้วยความมุ่งหมายที่นักเรียนจะต้องแก้ ระบุถึงกลวิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา คือ นักเรียนใช้แก้ปัญหาเหล่านี้อย่างไร

ปราณี ผิวแดง (2553 : 39) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบ่งตามจุดประสงค์ประกอบด้วยปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์

2. แบ่งตามความซับซ้อนของปัญหา ประกอบด้วยปัญหาธรรมดา และปัญหาไม่ธรรมดา

นฤมล ฉิมงาม (2558 : 34) กล่าวไว้ว่าโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่พบได้ทั่วไปในชั้นเรียนหรือปัญหาที่พบในหนังสือเรียนตามปกติที่ใช้สำหรับการฝึกให้นำทฤษฎี หลักการและสูตรทางฟิสิกส์ไปใช้มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจ และพัฒนาการคิดคำนวณ

2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ซับซ้อนอาจไม่เคยพบมาก่อน เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความคิดในการวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ทักษะความรู้ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีการคำนวณ 2 วิธีการหรือมากกว่าบางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องแก้ปัญหาโดยการใช้คำนวณ ทั้งนี้ วิไลวัลย์ เมืองโคตร (2548 : 13 อ้างถึงใน จิตติมา พิศาภาค. 2552 : 17) กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ที่ดีดังนี้

1. ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย

2. ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด

3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป

4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับนักเรียนในวัยนั้น ๆ

5. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา

6. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

7. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

8. ในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนต้องอาศัยประสบการณ์จากความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว

9. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญ

10. คำตอบที่ได้ควรมีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากความจำ

จากการศึกษาประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์สรุปได้ว่า ปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือพบในตำราทั่วไปใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนไม่มากนัก และปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อสงสัยหรือความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมีขั้นตอนในการหาคำตอบที่ซับซ้อน ลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ครูผู้สอนควรจะสร้างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษาเข้าใจง่าย ช่วยกระตุ้นความคิดและก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา เป็นโจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว ในการแก้ปัญหามีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน ให้ข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา และเป็นเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้การวาดภาพและการคำนวณช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตมนุษย์ และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้นมนุษย์จึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดแก้ปัญหา นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีก เช่น ความสามารถของเชาว์ปัญญา การเรียนรู้และประสบการณ์เดิม นักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

Weir, J.J. (1974 : 17) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem) หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distingguishing Essential Features) หมายถึง การบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์

3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ระบุไว้

4. ขั้นตอนการตรวจสอบวิธีการ (Verifying the Solution) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ และผลที่ได้เป็นอย่างไร

วันวิสาข์ ภักดี (2557 : 64) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจและสำรวจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องวิเคราะห์โจทย์ว่าโจทย์ต้องการถามสิ่งใด

2. วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร

3. วางแผนลงมือแก้ปัญหาโจทย์โดยอธิบายปัญหาเกี่ยวข้องกับเรื่องใดและใช้สูตรใด

4. ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ด้วยวิธีการทางพีชคณิต

5. การตรวจคำตอบที่ได้จากการดำเนินการตามขั้นตอน

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 34) เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์และวางแผน เป็นขั้นค้นหาปัญหาที่แก้จะเริ่มต้นอย่างไร อะไรคือสิ่งที่ต้องทำบ้าง โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

2. ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นนำหลักการมาแก้ปัญหา นำหลักการทางคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์เรื่องใดที่ต้องนำมาใช้

3. ขั้นตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้ว่าสอดคล้องตามที่โจทย์ต้องการหรือไม่

เสฏฐวุฒิ มุลอามาตย์ (2549 : 52) กล่าวว่ายุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์มีความหลากหลาย ที่สำคัญคือครูผู้สอนต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ มีเป้าหมายที่แน่นอน เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผนแล้วตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ นอกจากนี้ต้องอาศัยยุทธวิธีต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

น้อมศรี เคท และคณะ (2541 : 19) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงด้านนี้ คือ ทักษะการฟังและการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหามักอยู่ในรูปของข้อความตัวอักษร ดังนั้น เมื่อพบปัญหานักเรียนต้องอ่านทำความเข้าใจ แยกประเด็นที่สำคัญ ๆ ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรบ้างและปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็น ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนมติและข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียน ในการระลึกถึงการเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่ นอกจากนี้ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การรู้จักใช้กลวิธีมาช่วยในการเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ เป็นต้น

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกิดจากการฝึกฝนหรือทำอยู่บ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญเมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์การเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา

3. การคิดคำนวณและการใช้เหตุผลจากที่นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไป คือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องมีกระบวนการและเหตุผล สูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่บรรลุผลตามเป้าหมาย สำหรับปัญหาที่ต้องอธิบายให้เหตุผล นักเรียนต้องใช้เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาแต่ละระดับขั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งผู้แก้ปัญหายังไม่คุ้นเคยและไม่มีวิธีการหาคำตอบได้ทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนที่เป็นผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ ความสำเร็จ ตลอดจนถึงความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา เป็นต้น

5. ความยืดหยุ่น เป็นการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โจทย์บูรณาการปัจจัยต่าง ๆ เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555 : 140) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหาที่สำคัญคือครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ โดยพิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวกับตัวนักเรียนอยู่ในขอบเขตความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน โดยพิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน

มีกิจกรรมหรือสิ่งเร้าให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ผู้แนะนำจะต้องชี้แนะวิธีการวางแผนแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล และประเมินผลให้นักเรียนเข้าใจ จึงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและได้ผล จนกระทั่งสรุปผลการแก้ปัญหาได้

นฤมล ฉิมงาม (2558 : 37) กล่าวว่า นักเรียนจะมีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความสามารถทางสติปัญญา ของนักเรียน การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนวิธีแก้ปัญหา การคำนวณหรือลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ นอกจากนี้ต้องอาศัยยุทธวิธีและขั้นตอนต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Mark & et al. (1975 อ้างถึงใน พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน. 2552 : 53) สรุปว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีดังนี้

1. สำรวจและค้นพบปัญหาด้วยวิถีการต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา และพิจารณาว่าข้อมูลอะไรที่ต้องการหา และข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์

2. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาปัจจุบันนั้นได้

3. ฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์โจทย์ปัญหา

4. ตรวจสอบการคำนวณ ผู้เรียนรู้จักการประมาณ และตรวจสอบผลการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

Driver, R. and Bell, J. (1976 : 130) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงนั้นคืออะไร

2. การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุของปัญหา กล่าวคือมีการระบุและแจกแจงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน และระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน

3. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปัญหา เพื่อการตั้งสมมติฐาน

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง ให้ค้นหาข้อเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 9) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์และวางแผน หมายถึง การทำความเข้าใจวิเคราะห์และวางแผน ระบุคำสำคัญ เขียนแผนภาพแทนโจทย์ปัญหา หลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

2. ปฏิบัติการแก้ปัญหา หมายถึง การแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยใช้ข้อมูลจากขั้นวิเคราะห์และวางแผนประกอบ

3. ตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบดูว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลมีความถูกต้อง ขัดแย้งกับกฎทางฟิสิกส์หรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 12-42) กล่าวว่านักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีกลยุทธ์ที่พร้อมจะเลือกวิธีแก้ปัญหาออกมาใช้ได้ทันทีทันใดเมื่อเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหา ทั้งนี้ สสวท. ได้แบ่งประเภทของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การค้นหารูปแบบ เป็นการวิเคราะห์ปัญหา ค้นหาข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วคาดเดาคำตอบ

2. นำข้อมูลที่โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ หรือสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์ทำการแปลงคำพูดจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์หรือสูตร แล้วบรรจุข้อมูลลงในตารางวิเคราะห์ ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และแสดงโอกาศที่จะเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. เขียนแผนภาพหรือภาพเพื่ออธิบายสถานการณ์โดยไม่จำเป็นต้องใส่รายละเอียดมาก แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ทั้งนี้การวาดภาพจะช่วยบรรยายสถานการณ์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและง่ายต่อการเข้าใจ

4. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการพิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้อย่างมีระบบ โดยอาจแบ่งออกเป็นระบบย่อย ๆ แล้วขจัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้ออกไป ประโยชน์ที่ได้ในขั้นนี้คือจะสามารถระบุสาเหตุและผลกระทบของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น สามารถกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน และสามารถกำหนดวิธีการลดโอกาสที่จะทำให้เกิดปัญหาและลดความรุนแรงของปัญหานั้นลงได้

5. การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เป็นปัญหากำหนดมาให้ ผสมผสานกับสถานการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์คำตอบ

6. การเขียนสูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าพร้อมหน่วยลงในสูตรแล้วแก้มาการโดยอาศัยหลักการทางพีชคณิตจนกระทั่งได้คำตอบ

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีการคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เริ่มต้นจากการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา การเลือกใช้สูตร และดำเนินการหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ และการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์โจทย์ปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขอื่นที่แฝงอยู่ ระบุสิ่งที่ต้องกระทำว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ลำดับขั้นตอนที่ต้องกระทำอะไรก่อนและขั้นตอนที่กระทำลำดับต่อไป

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นศึกษาทฤษฎีหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา การวางแผนในการใช้สูตรหรือสมการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การกำหนดขอบเขตในการทำงาน กำหนดข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บและออกแบบอุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูล

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นดำเนินการตามแผน การแทนค่าข้อมูลตามสถานการณ์ที่ให้มา แล้วแก้สมการตามที่วางแผนด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ หรือการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงคำตอบที่ได้จากการดำเนินการ คำตอบถูกต้อง ขัดแย้งกับกฎทฤษฎีทางฟิสิกส์หรือไม่

5. ขั้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการบรรยายสรุปขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ

3.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

นักวิชาการศึกษาได้เสนอแนวคิดการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 50) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมตาม

ลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบทดสอบ คือ ชุดคำถาม (Item) หรืองานชุดใด ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปเร้าให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของเขียนตอบ การพูดหรือการปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดเป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบของคำถาม

1. แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามและมีตัวเลือกให้เลือกตอบ อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ แบบทดสอบที่มีข้อคำถาม แต่ไม่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบลงไปเอง อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น และแบบทดสอบอัตนัยความเรียง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539 อ้างถึงใน ลักษณา ศิริมาลา. 2553 : 43) เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ระหว่างการสอนของครู การสังเกตที่มีประสิทธิภาพของครูจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดของผู้เรียนอย่างชัดเจน การสังเกตการแก้ปัญหาของผู้เรียนมี 2 วิธี ดังนี้

1.1 การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หรือสังเกตจากการตอบคำถามผู้เรียนมีการใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ครูต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

1.2 การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้าซึ่งจะช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้มากขึ้น

2. การประเมินตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้ประเมินว่าตนเองมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาอย่างไรเมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรือการร่วมคิดแก้ปัญหากับกลุ่ม โดยผู้เรียนอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจรายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างดี

4. แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนว่าอย่างไร ครูผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นแก้ปัญหาจนถึงขั้นสุดท้าย

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549 : 36) ได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะแบบทดสอบการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบ

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 41) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมดุลกลงานและพลังงาน โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทั้งหมดรวม 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อยสังเคราะห์ รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง การวัดคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และโมเมนตัม ด้วยแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

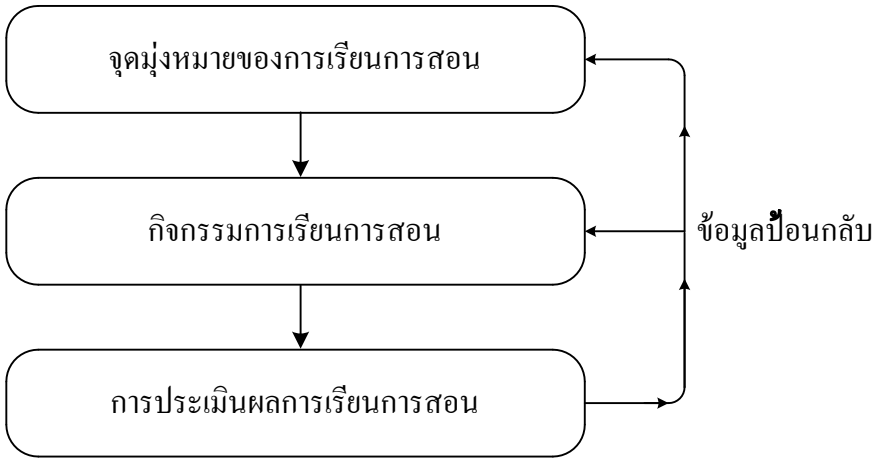
4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้

4.1 การออกแบบระบบการเรียนรู้

4.1.1 ระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์

ไทเลอร์ได้กำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนที่เรียกว่าไทเลอร์ลูฟ (Tyler Loop) ไว้ 3 ส่วน คือ 1) จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน 2) กิจกรรมการเรียนการสอน และ 3) การประเมินผลการเรียนการสอน ข้อมูลจากการประเมินผลสามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับไปยัง

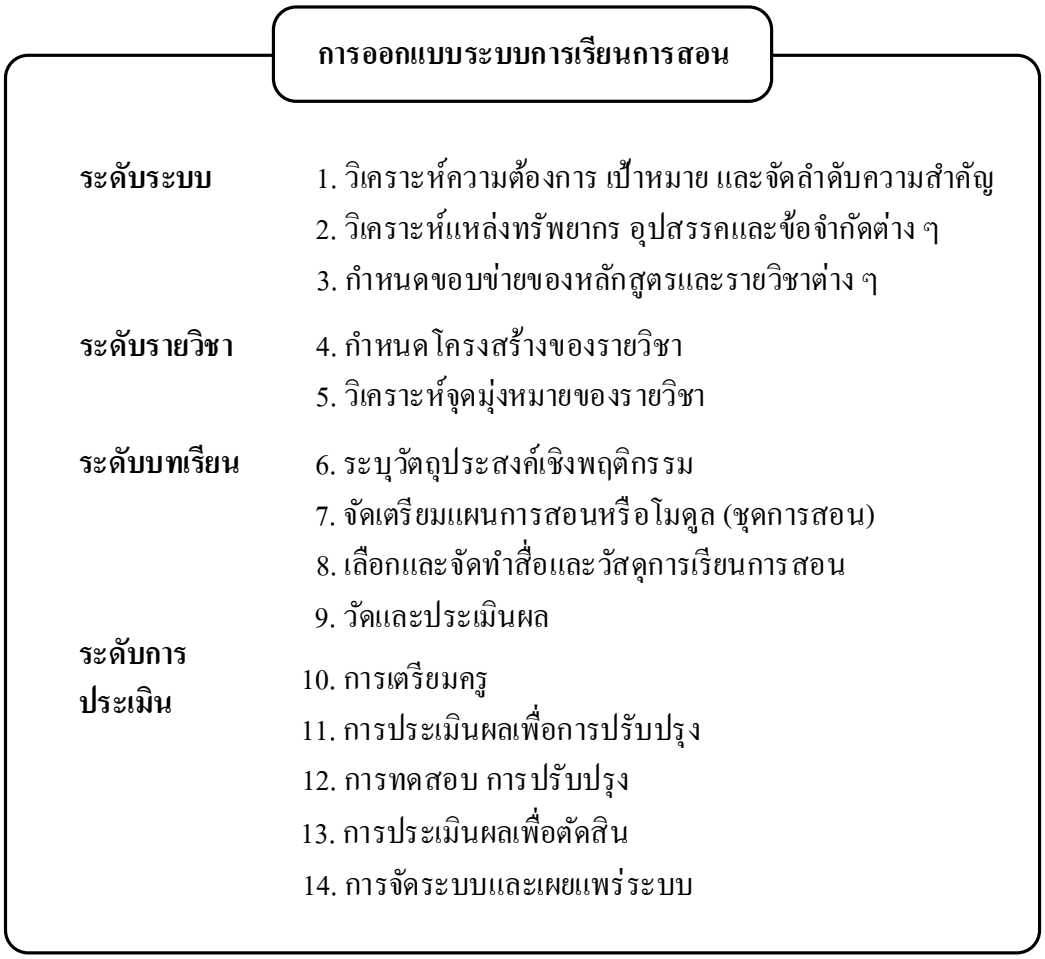
กิจกรรมการเรียนการสอนและจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2-3



ภาพ 2-3 ระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ (Tyler, R.W. : 1950)

4.1.2 ระบบการเรียนการสอนของกานเยและบริกส์

ระบบนี้เป็นระบบที่ครอบคลุมการจัดระบบการเรียนการสอนในวงกว้างเริ่มต้นตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียนเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ไปจนถึงการทดลองปรับปรุงแผนการเรียนการสอนให้ได้ผล เพื่อนำไปเผยแพร่ใช้ในวงกว้างต่อไป องค์ประกอบของระบบนี้มีอยู่หลายระดับ ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพ 2-4 การออกแบบระบบการเรียนการสอนของกานเยและบริกส์ (Gagne, R.M. and Briggs L. 1979 : 23)

4.1.3 ระบบการเรียนการสอนของเคมพ์

Kemp, J.E. (1977: 9) ได้กำหนดองค์ประกอบของการเรียนการสอนไว้ 9 ประการ ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อที่จะสอนและเขียนวัตถุประสงค์ทั่วไป
2. ศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน
3. ระบุจุดมุ่งหมายของการสอนในเชิงพฤติกรรม
4. กำหนดเนื้อหาวิชาที่สนับสนุนวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ
5. ทดสอบเพื่อวัดความรู้ความสามารถก่อนที่จะทำการสอน

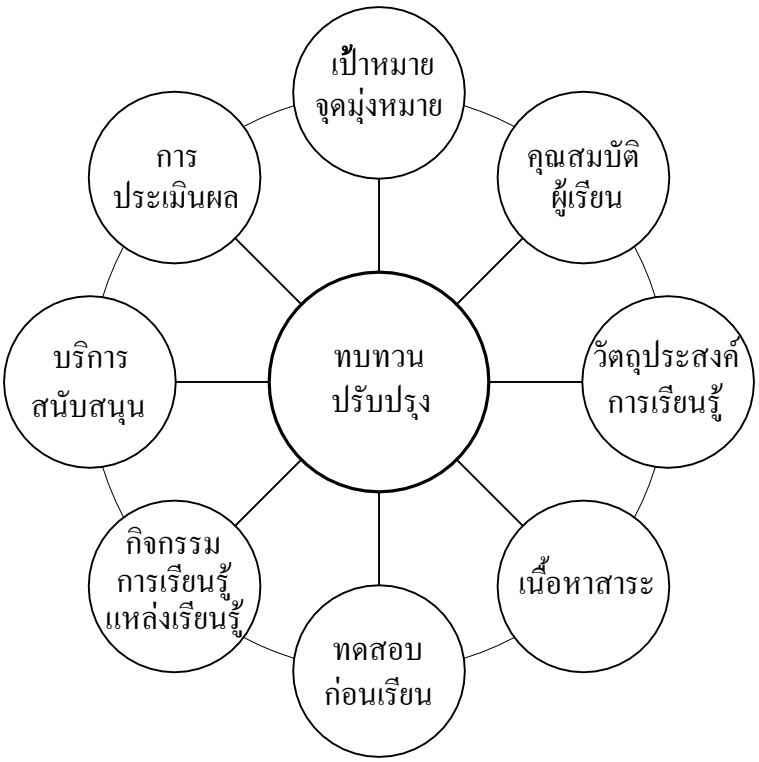
6. เลือกกิจกรรมและแหล่งวิชาการสำหรับการเรียนการสอน เพื่อจะนำเนื้อหาวิชาไปสู่จุดหมายปลายทางที่วางไว้

7. ประสานงานในเรื่องต่าง ๆ เช่น การเงิน บุคลากร อาคาร สถานที่ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ และดำเนินการไปตามแผนการที่กำหนดไว้

8. ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด

9. พิจารณาดูว่าควรมีการแก้ไขปรับปรุงแผนการเรียนการสอนให้ดีขึ้นอย่างไร

ระบบการจัดการเรียนการสอนของเคมพ์ ดังแสดงในภาพที่ 2-5



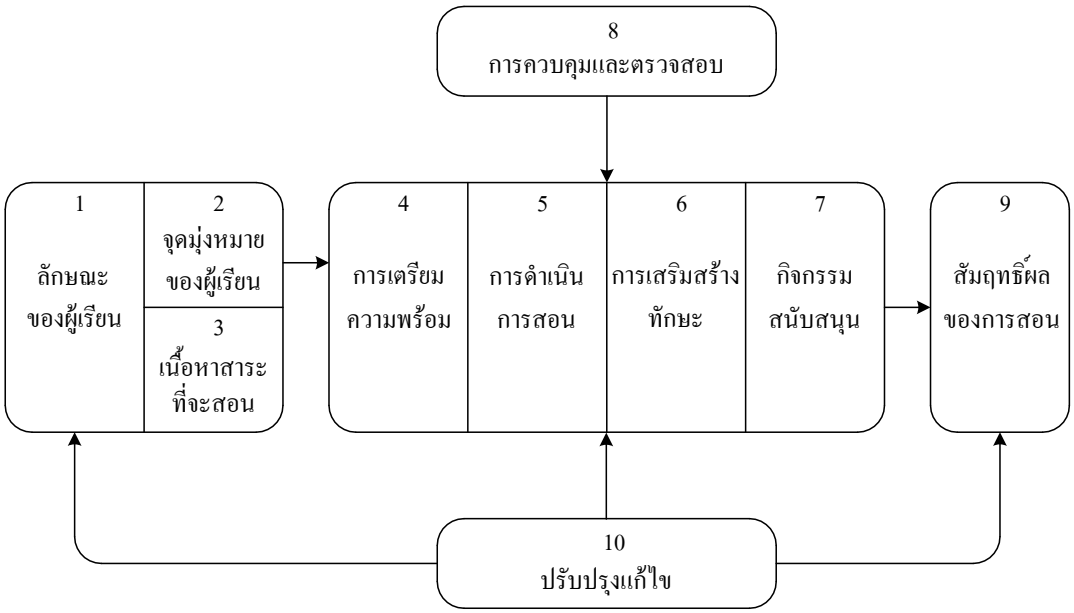
ภาพ 2-5 ระบบการเรียนการสอนของเคมพ์ (Kemp, J.E. 1977 : 9)

4.1.4 ระบบการเรียนการสอนโดยสงัด อุทรานันท์

สงัด อุทรานันท์ (2526 : 31) ได้เสนอแนะองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ในการจัดการเรียนการสอนได้ 10 ประการ ด้วยกันคือ

1. ลักษณะของผู้เรียน
2. จุดมุ่งหมายของผู้เรียน
3. เนื้อหาสาระที่จะสอน
4. การเตรียมความพร้อม
5. การดำเนินการสอน
6. การเสริมสร้างทักษะ
7. กิจกรรมสนับสนุน
8. การควบคุมและตรวจสอบ
9. สัมฤทธิ์ผลของการสอน
10. การปรับปรุงแก้ไข

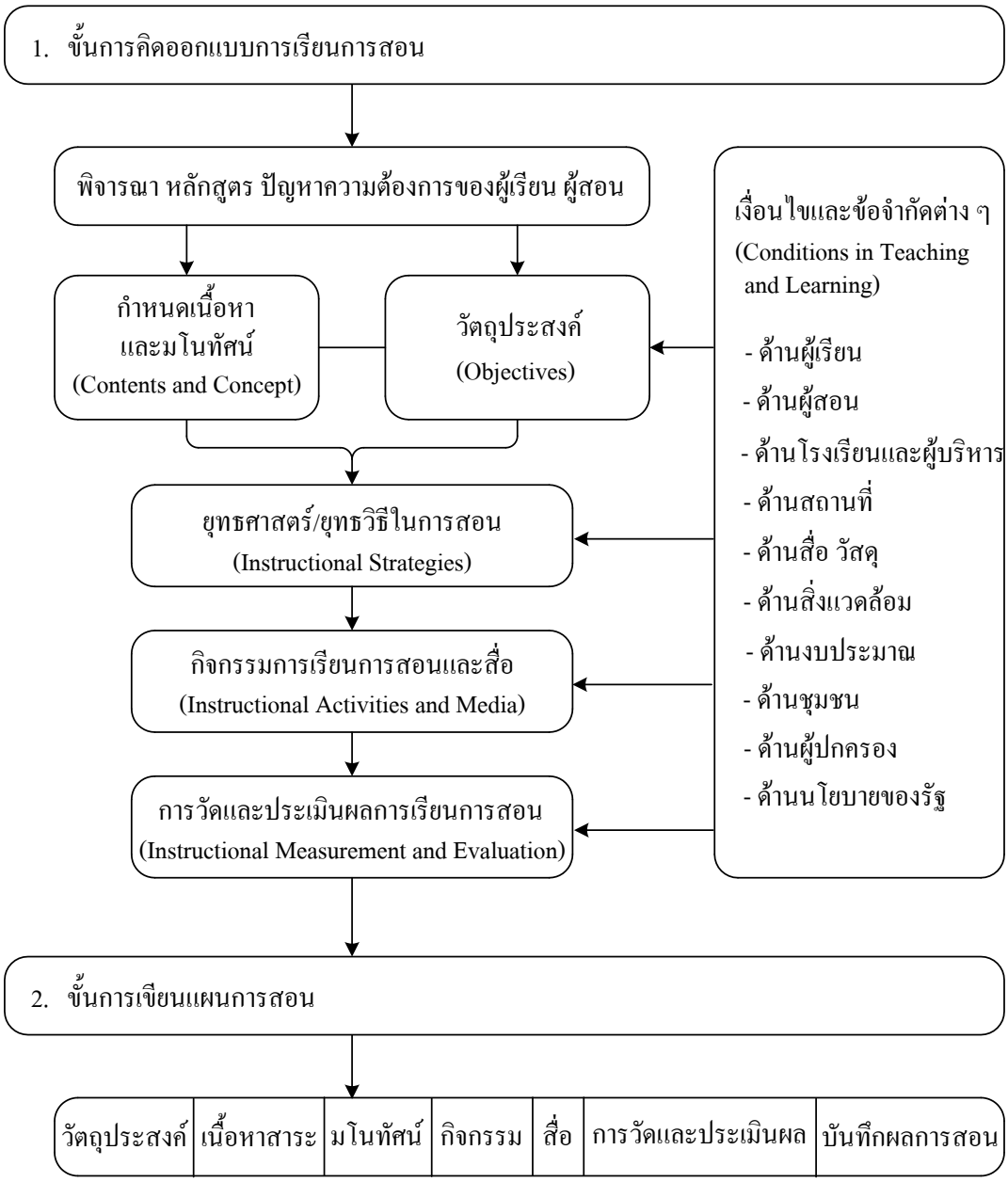
การจัดระบบของการเรียนการสอนตามองค์ประกอบดังกล่าว ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพ 2-6 ระบบการเรียนการสอน (สงัด อุทรานันท์. 2526 : 31)

4.1.5 ระบบการเรียนการสอนโดยทิศนา แขมมณี

ทิศนา แขมมณี (2534) ได้เสนอระบบการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการวางแผนการสอน ระบบนี้นับว่าเป็นระบบย่อยระบบหนึ่งของระบบการจัดการเรียนการสอน ดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพ 2-7 ระบบการเรียนการสอน (ทิศนา แขมมณี. 2534)

4.2 รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method: 5E) พื้นฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาในเรื่องการพัฒนาการทางสมอง เพียเจต์ (วิชาญ เลิศลพ. 2543 : 14) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 219) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนได้สืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้ยาวนาน การจัดระบบโครงสร้างภายในสมองเป็นการจัดการภายในโดยรวมกระบวนการต่าง ๆ เป็นระบบติดต่อกันเป็นเรื่องเป็นราว รวมทั้งกระบวนการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) หมายถึง การกำหนดสิ่งเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน แล้วใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิดให้เกิดการเรียนรู้ใหม่และเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปัญหาได้จะเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ 2 คือ ขั้นปรับปรุง (Accommodation) เป็นการปรับปรุงหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิมเพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่โดยการนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีขั้นตอน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544 : 79–80)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงรวมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ และตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้าง

สถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐาน โต้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใด ก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

4.2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น

Eisenkraft A. (2003 : 56-59) ได้เสนอรูปแบบการสอนเป็น 7 ขั้น (7E Cycle) โดยปรับจากการสอน 5 ขั้น มาเป็น 7 ขั้น ได้ปรับรูปแบบการสอนในขั้นสร้างความสนใจ แยกออกเป็นสองส่วนคือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) และขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) และในขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผลได้ปรับเป็น 3 ส่วนคือ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) และเรียกย่อว่า 7E มีดังนี้ คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งกระบวนการสอน 7 ขั้น ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ (Cycle) ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมจะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการสอนต่าง ๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้นดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา ครูจะได้รู้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเป็น

อย่างไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้น ๆ

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

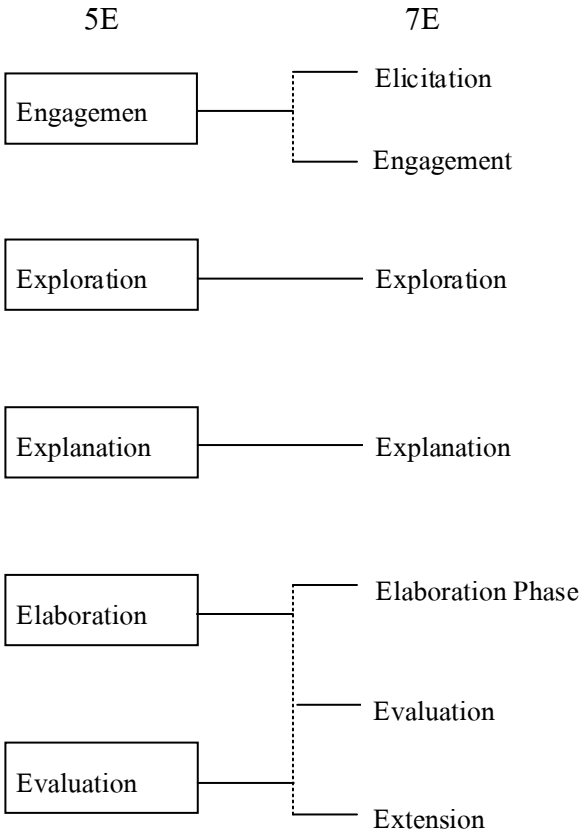
4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และ 7 ขั้น ดังภาพ 2-8 (Eisenkraft A. 2003 : 57)



ภาพ 2-8 ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น กับ 7 ขั้น

4.2.3 การจัดการเรียนรู้แบบเอสเอสซีเอส

เอสเอสซีเอส (SSCS) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนการแก้ปัญหาโดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหา เชียเพทด้าและรัสเซล (Chiappetta, E. L., & Russell, J. M. 1982 : 85-93) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การสอนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหานั้นนอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหานั้น ๆ แล้ว นักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการในการ แก้ปัญหาด้วย นอกจากนี้ดิวอี้ (Pizzini, S. & Abell. 1989 : 526) กล่าวว่าการประยุกต์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้กับการแก้ปัญหาโดยใช้กลยุทธ์ของการเรียนแบบการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา การเรียนรู้การแก้ปัญหาจะมีความหมายมากถ้ารู้จักการประยุกต์ใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาต่าง ๆ เพราะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดทางวิทยาศาสตร์กับขั้นตอนทางความคิดของผู้เรียน ดังนั้น พิชชินี่, เซฟาสัน และเอเบล (Pizzini, S. & Abell. 1989 : 523-532) จึงได้พัฒนาแนวทางการเรียนการสอนการแก้ปัญหาโดยมีพื้นฐานมาจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS นี้ได้รวมการสอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ CPS และรูปแบบ IDEAL เข้าด้วยกัน รูปแบบ SSCS มีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นการค้นหา Search (S) หมายถึงการค้นหาปัญหา แยกแยะปัญหาต่าง ๆ ช่วย นักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนมติที่มีอยู่ในปัญหานั้น และนักเรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยมโนมติของนักเรียนเอง ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้

2. ขั้นการแก้ปัญหา Solve (S) หมายถึงการแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบของปัญหาที่ เราต้องการในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหา รวมไปถึงการวางแผนใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. ขั้นการจัดกระทำคำตอบให้ง่าย Create (C) หมายถึงการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบที่อธิบายให้เข้าใจได้ด้วยภาษาที่ง่าย สละสลวยมาขยายความหรือตัดตอนคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปของคำตอบที่สามารถประเมินความคิดรวบยอดของตนเองได้

4. ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น Share (S) หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยคำตอบที่เกิดขึ้นอาจจะได้รับการยอมรับ หรือไม่ยอมรับก็ได้

4.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ที่มีพลังต้องเกิดจากแรงบันดาลใจของผู้เรียน เมื่อได้เห็น สัมผัส เข้าใจ และสนุกสนานกับกิจกรรมตามที่ผู้สอนได้ออกแบบการเรียนรู้ และผู้สอนก็คือแรงบันดาลใจหนึ่งของผู้เรียน เพื่อที่จะเป็นหรืออยากจะเป็นบุคคลที่มีความใฝ่ รู้ใฝ่เรียน การออกแบบการเรียนรู้ควรเกิดจากการสื่อสารทั้งสองทางคือผู้เรียนและผู้สอน ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกับการออกแบบและประเมินการเรียนรู้ตามความต้องการที่เหมาะสม (ประสาท เนืองเฉลิม. 2558 : 143) เมื่อการมีส่วนร่วมเกิดขึ้นก็จะเกิดความรับผิดชอบร่วมกันในกระบวนการเรียนการสอน ผู้เรียนจะรู้สึกเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนการสอนด้วย เรียนรู้ที่จะปรับความคิด ปรับตัวให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ การมอบหมายงาน บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ จึงถือเป็นการฝึกภาวะผู้นำและผู้ตาม และการดำเนินชีวิตแบบประชาธิปไตย แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรมีลักษณะดังนี้

1. การเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ การเรียนรู้จึงจะมีคุณค่าและความหมายที่แท้จริง การเรียนการสอนควรสะท้อนความเป็นจริงของชีวิต โดยที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้มีความน่าสนใจและให้ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้ในสถานการณ์ประจำวันได้เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ควรห่างไกลจากความเป็นจริงของชีวิต

2. การสร้างมโนธรรมสำนึก (Mental Model Building) การเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิชาเพื่อให้สร้างความรู้หรือต่อยอดเป็นภูมิปัญญาก็อาศัยการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาแก่ผู้เรียน พัฒนาให้เป็นคนเก่ง มีความรู้ความสามารถ และเติมความเป็นมนุษย์ให้สมบูรณ์แก่ผู้เรียน

3. แรงจูงใจภายใน (Internal Motivation) การเรียนรู้ที่แท้จริงต้องเกิดจากฉันทะซึ่งเป็นปัจจัยภายใน (Intrinsic Factor) เป็นกลไกสำคัญในการผลักดันให้เกิดความกระหายใคร่รู้

4. พหุปัญญา (Multiple Intelligences) แนวคิดเรื่องความสามารถหรือเก่งภายใต้ข้อจำกัดแค่สมองซีกซ้ายอย่างเดียวหรือเรียนเก่งในเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเท่านั้น การ

ออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษายุคใหม่เชื่อว่าแต่ละคนมีความถนัดหรือปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดแตกต่างกัน สไตล์การเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าครูจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเพียงแค่แนวทางเดียว หรือวิธีการสอนเพียงแบบเดียวก็จะไม่สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้ทั้งชั้นเรียน

5. การเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning) การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคม ทุกคนมีบทบาทหน้าที่และมีปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ร่วมกัน

การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ Kolb, D. A. (1984) เป็นการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมว่าสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มี 6 ประการดังนี้

1. การเรียนรู้ดีที่สุดคือการทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์จากกระบวนการไม่ใช่ผลลัพธ์การเรียนเนื้อหาสาระความรู้เป็นชุดข้อมูลที่ได้รับ การเรียนรู้จึงควรให้ผู้เรียนได้ซึมซับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการประเมินผลลัพธ์ทางการเรียนด้วยคะแนนผลสัมฤทธิ์

2. การเรียนรู้คือการเรียนรู้ซ้ำ การเรียนรู้ที่ดีต้องเอื้ออำนวยให้ ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติการคิดและการทำซ้ำอยู่บ่อย ๆ เป็นการสร้างความชำนาญ เมื่อผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญในการแก้ปัญหาและเรียนรู้ที่จะค้นหาคำตอบด้วยตนเองด้วยวิธีที่หลากหลายสามารถเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกัน

3. การเรียนรู้ต้องการปรับความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุล ความขัดแย้งความแตกต่างระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่เป็นแรงขับที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ แสวงหาวิธีการเพื่อนำตนไปสู่การเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ดีหากมีการสะท้อนความคิด การลงมือทำ การเข้าไปสัมผัสประสบการณ์ และการคิดไตร่ตรอง

4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการแบบองค์รวมของการปรับเข้าสภาวะสมดุล การเรียนรู้ไม่ใช่แค่ผลลัพธ์ทางสติปัญญา แต่เกี่ยวพันกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลไม่ว่าจะเป็นการคิด การรับรู้ ความรู้สึก และพฤติกรรม

5. การเรียนรู้เป็นผลมาจากการเสริมสร้างระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายใน ได้แก่พันธุกรรมและพัฒนาการตามวัย และปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้

จากการศึกษาพบว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง การตัดสินใจ การลงมือทำเพื่อพิสูจน์ ทดลองให้เห็นจริงอธิบายและขยายความด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์

4.4 ระบบการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ประเทศไทยได้พัฒนาการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยการจัดทำสาระและมาตรฐานการศึกษา ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ และวิธีการวัดผลประเมินผล รวมทั้งส่งเสริมให้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการศึกษา จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมากขึ้นทั้งในระดับนโยบายและระดับผู้ปฏิบัติ มีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากเดิมที่เน้นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระและใช้การวัดผลประเมินผลจากการทดสอบด้วยข้อสอบเป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนในการคิดและลงมือปฏิบัติ และปรับเปลี่ยนแนวทางการวัดผลประเมินผลที่มีการวางแผนการประเมินผลควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้งความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยี รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนด้านจิตวิทยาศาสตร์

4.4.1 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้เป็นระบบ มีขั้นตอนที่เริ่มจากการกำหนดจุดมุ่งหมายด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย ความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ ด้วยวิธีการวัดผลประเมินผลที่หลากหลาย ทั้งการประเมินจากการทดสอบด้วยข้อสอบ และการประเมินตามสภาพจริงจากการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียน ทั้งนี้จะต้องกำหนดเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประเมินได้อย่างเที่ยงตรง การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินจากการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียน และเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตและสังคม ซึ่งผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถกระบวนการคิด และความรู้สึก การประเมินตามสภาพจริงจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของตนเอง และใช้วิธีการประเมินอย่างหลากหลายตามสถานการณ์ที่เป็นจริงโดยกระทำอย่างต่อเนื่อง การประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะดังนี้

1) เน้นการพัฒนาและการประเมินตนเอง

2) ให้ความสำคัญกับการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน

3) เน้นการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกเป็นสำคัญ

4) ด้านคุณภาพของผลงานที่ได้จากการบูรณาการความรู้และทักษะ

5) มีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องตามบริบทของผู้เรียนทั้งที่บ้าน สถานศึกษาและชุมชน

6) สนับสนุนการมีส่วนร่วมและมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีการชื่นชมต่อการปฏิบัติงานและผลงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข

7) กระทำไปพร้อมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามสภาวการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อความเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง

8) เน้นการวัดความสามารถในการคิดระดับสูง โดยใช้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ในการสังเคราะห์ อธิบาย ตั้งสมมุติฐาน สรุปและแปลผล

4.2.2 การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน

การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน เป็นการประเมินที่จะต้องกระทำด้วยวิธีที่หลากหลายเพื่อให้ได้ผลการประเมินครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้และแสดงออกตามความสนใจ ความถนัดและความชอบ การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนจะมีการทดสอบด้วยข้อสอบอยู่เป็นส่วนหนึ่ง โดยส่วนใหญ่เป็นการประเมินจากพฤติกรรมทุกด้านของผู้เรียน การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนต้องมีการวางแผนเตรียมการ และใช้การประเมินในรูปแบบที่ไม่เป็นทางการ เตรียมการวางแผนให้รอบคอบ ได้แก่

1) วิธีการวัดผลประเมินผล ประกอบด้วย กิจกรรมของผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญ กิจกรรมควรมีหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจ และนำมาทดแทนกันได้ เนื่องจากการประมวลผลด้วยวิธีเดียวจะไม่สามารถประเมินผลสมรรถภาพของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุมทุกด้าน

2) เกณฑ์การประเมินผลและแบบบันทึก ต้องสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับวิธีการประเมินเกณฑ์การประเมินที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผลการประเมินเป็นที่น่าเชื่อถือ โดยเกณฑ์

การประเมินผลและแบบบันทึกมีลักษณะที่ชัดเจน ใช้สะดวก รวบรวมข้อมูลได้อย่างครอบคลุมตามจุดประสงค์ และสื่อความหมายให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจตรงกัน

3) การแปลความหมายผลการประเมินต้องมีแนวทางหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการลงความคิดเห็นจากข้อมูล สรุปเพื่อจำแนกคุณภาพของงานหรือความสามารถของบุคคลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

4.5 เป้าหมายการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนมีเป้าหมายและแนวปฏิบัติเช่นเดียวกับการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ครอบคลุมทั้งความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสารการนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ รายละเอียดของเป้าหมายและวิธีการประเมินที่หลากหลายทั้งการทดสอบด้วยข้อสอบและการประเมินจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนนั้น มีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดผลประเมินผล จำแนกได้เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1) ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก ทั้งนี้สามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า

2) กระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการ การคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติจริง ที่แสดงออกถึงทักษะเชาวน์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ การประเมินในส่วนของทักษะปฏิบัติใช้วิธีการสังเกตจากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน ดังตารางที่ 2-4

ตาราง 2-4 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการและพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน

ทักษะปฏิบัติ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การรับรู้	1. ใช้ประสาทสัมผัสเพื่อรับรู้เรื่องราวต่าง ๆ
2. เตรียมความพร้อม	2. มีความพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนการปฏิบัติ
3. การตอบสนอง	3. ลงมือปฏิบัติตามคำแนะนำหรือตามแผนที่วางไว้
4. การฝึกฝน	4. ฝึกฝนทักษะเพื่อเพิ่มความชำนาญ
5. ปฏิบัติจนทำได้	5. ฝึกฝนจนทำได้เองอัตโนมัติ
6. การเชื่อมโยงทักษะ	6. ประยุกต์หรือใช้ทักษะที่ฝึกฝนไว้ให้สัมพันธ์กับทักษะอื่นหรือใช้ร่วมกับทักษะอื่น

3) เจตคติ เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลานานพอสมควร การแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติมีการพัฒนาเป็นขั้นตอน ดังตาราง 2-5

ตาราง 2-5 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านเจตคติและพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน

เจตคติ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การรับรู้	1. สนใจและรับรู้ข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	2. ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	3. แสดงความรู้สึกชื่นชอบ และมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียนรู้
4. จัดระบบ	4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบ และบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้หรือปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ	5. เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่างๆได้อย่างเหมาะสม

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความพอใจ ศรัทธา และซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะชี้บ่งจิตวิทยาศาสตร์ทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.6 แนวปฏิบัติในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ใช้แนวทางการประเมินตามสภาพจริง ด้วยการประเมินอย่างหลากหลายให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน โดยกำหนดวัตถุประสงค์สำคัญประกอบด้วย

1. วินิจฉัยผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยี รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนด้านจิตวิทยาศาสตร์และโอกาสของการเรียนรู้ เพื่อนำผลการประเมินที่ได้ไปเป็นแนวทางพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพ

2. ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ของสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ผลการตรวจสอบบ่งชี้คุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

3. รวบรวมข้อมูลและจัดระบบสารสนเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ข้อมูลสารสนเทศที่สมบูรณ์ทันต่อการนำไปใช้พัฒนาผู้เรียน พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางกำหนดนโยบายการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ได้มาตรฐานที่สูงยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีความเท่าเทียมกับนานาประเทศ

การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวเป็นการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน ที่จะต้องมีเครื่องมือการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพทั้งวิธีการประเมินกิจกรรม เกณฑ์การประเมิน และแบบประเมินเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือการประเมินที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญและกำหนดสาระสำคัญของการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อการเตรียมความพร้อมไว้ก่อนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินสำหรับประเมินผลการเรียนรู้ ตามเป้าหมายทั้งด้านความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. เกณฑ์รวมเป็นเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบภาพรวม แล้วสรุปผลหรือรายงานผลส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญ

2. เกณฑ์ย่อย เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้แบบแยกองค์ประกอบย่อย โดยต้องวินิจฉัยการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างละเอียดและประเมินอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้แนวทางการปรับปรุงหรือพัฒนาผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

4.6.1 การสร้างเกณฑ์การประเมินมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1) กำหนดจุดประสงค์ จุดประสงค์การประเมินต้องกำหนดอย่างชัดเจนและเหมาะสมกับวิธีการประเมินทั้งส่วนของปัญหา เนื้อหาสาระ กิจกรรม และระดับของผู้เรียน

2) กำหนดรายการประเมิน รายการประเมินได้จากการขยายจุดประสงค์ให้มีรายละเอียดครอบคลุมอย่างเพียงพอที่บอกความรู้ความคิด และความสามารถอย่างแท้จริงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยกำหนดรายการประเมินเฉพาะส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญ ๆ หรืออาจวิเคราะห์แยกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ แล้วจึงกำหนดรายการประเมินตามองค์ประกอบย่อยนั้น

3) กำหนดเกณฑ์การประเมิน เกณฑ์การประเมินที่ใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับประเมินผลงานมีทั้งเกณฑ์ด้านปริมาณหรือจำนวนของผลงาน และด้านคุณภาพของผลงาน การกำหนดเกณฑ์คุณภาพจำเป็นต้องกำหนดพฤติกรรมชี้บ่งที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ด้วยการอธิบายลักษณะของผลงานในระดับคุณภาพต่าง ๆ อย่างชัดเจน การอธิบายระดับคุณภาพควรเป็นไปในเชิงบวก คำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียน ความเป็นปรนัย และความยุติธรรม

การประเมินสมรรถภาพเป็นการตัดสินคุณค่าจากข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกต สัมภาษณ์ บันทึกพฤติกรรมการแสดงออกขณะทำกิจกรรมที่สะท้อนสมรรถภาพทุกด้านของผู้เรียน เป็นบันทึกของผู้สอนและบันทึกของผู้เรียนที่ประเมินตนเอง บันทึกสิ่งต่าง ๆ เก็บไว้เป็นระยะ ๆ อย่างเป็นระบบ แล้วนำมาจัดกระทำให้มีความหมายต่อไป นอกจากนี้ข้อมูลการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียนอาจได้จากการใช้แบบสำรวจและแบบสอบถามที่สร้างขึ้น แบบบันทึกผลที่ใช้รวบรวมข้อมูลโดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ

1) แบบสำรวจรายการ เป็นแบบบันทึกผลการสำรวจที่มีรายการสำรวจหรือตรวจสอบการปฏิบัติงาน ผลงาน หรือพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน บันทึกด้วยทางเลือก 2 ทาง เช่น ปฏิบัติ/ไม่ได้ปฏิบัติ ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง ผ่านเกณฑ์/ไม่ผ่านเกณฑ์

2) แบบมาตรฐานระดับหรือมาตราส่วนประมาณค่า แบบบันทึกผลการประเมินที่มีหัวข้อการประเมินทางการปฏิบัติงานและผลงาน โดยมีพฤติกรรมชี้บ่งให้สังเกตได้ บันทึกระดับคุณภาพตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ด้วยเกณฑ์บอกถึงปริมาณและคุณภาพอย่างชัดเจน ข้อมูลจากแบบประเมินลักษณะนี้เป็นสารสนเทศแสดงถึงความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์

4.6.2 แนวปฏิบัติที่เป็นไปได้ในการประเมิน มีดังนี้

1) การประเมินโดยผู้สอน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ผู้สอนเป็นผู้ดำเนินงานเริ่มตั้งแต่กำหนดจุดประสงค์ สร้างเครื่องมือวัด กำหนดเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนและตัดสินผลการเรียนรู้

2) การประเมินโดยผู้สอนและผู้เรียน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดจุดประสงค์ วิธีการประเมิน เกณฑ์การประเมินและผู้เรียนได้ร่วมประเมินตนเองด้วยโดยผู้สอนคอยดูแล อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติงานและพัฒนางานตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3) การประมวลผลโดยผู้เรียน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนดำเนินการด้วยตนเอง ผู้เรียนมีโอกาสและมีอิสระทำกิจกรรมอย่างหลากหลายตามความสามารถ ความสนใจ ความถนัด ประเมินผลงานของตนเอง นำความรู้ไปใช้ และจัดเก็บผลงานอย่างเป็นระบบในแฟ้มสะสมงาน ผู้เรียนใช้ความรู้ความคิดระดับสูง ลงมือปฏิบัติเรียนรู้ไปตามธรรมชาติและศักยภาพ

4.6.3 การสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ นักการศึกษาให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือไว้ดังนี้

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง (2552 : 104-105) ได้อธิบายไว้ว่า การพัฒนาแบบทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการวัด
2. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์
3. กำหนดรูปแบบของข้อเสนอและจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละวัตถุประสงค์
4. เขียนข้อสอบเพื่อวัดตามวัตถุประสงค์นั้น

5. พิจารณาทบทวน (Review) ข้อสอบว่าวัดตรงตามจุดประสงค์หรือไม่

6. จัดทำแบบทดสอบ เขียนคำชี้แจงในการสอบ

7. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ คุณภาพของการทดสอบและปรับปรุงข้อสอบจนมีคุณภาพดี

บุญศรี พรหมมาพันธุ์และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2545 : 32-33) กล่าวไว้ว่า เครื่องมือที่จะนำไปใช้เก็บข้อมูลนั้น หากต้องการให้เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพแล้วผู้สร้างหรือผู้พัฒนาเครื่องมือจะต้องมีความพิถีพิถันตั้งแต่ขั้นตอนการสร้าง ซึ่งขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูล มีดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวัด ผู้สร้างเครื่องมือต้องระบุวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องมือว่าต้องการข้อมูลอะไรบ้าง มีขอบเขตกว้างเพียงไร อยู่ในสเกลการวัดระดับใด สิ่งที่ต้องการจะเก็บข้อมูลหรือสิ่งที่ต้องการวัดคืออะไร เป็นข้อมูลทางกายภาพหรือข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมของมนุษย์ หากเป็นพฤติกรรม จัดเป็นพฤติกรรมภายนอกหรือภายใน เป็นพฤติกรรมด้านพุทธพิสัยหรือพฤติกรรมด้านจิตพิสัย หรือด้านการปฏิบัติ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้นับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากในการวางแผนสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูล

2. นิยามสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดได้แล้ว จะต้องให้ความหมายหรือนิยามสิ่งนั้นให้ชัดเจนว่าอะไร มีขอบเขตกว้าง แคบมากน้อยเพียงไร

3. เลือกชนิดของเครื่องมือ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลแต่ละชนิดมีลักษณะและจุดเด่นแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เพราะหากเลือกเครื่องมือที่ไม่เหมาะสมแล้วจะทำให้ได้ข้อมูลไม่ครบถ้วนไม่ตรงกับความต้องการได้

4. เมื่อเลือกเครื่องมือได้แล้ว ทำการสร้างเครื่องมือดังกล่าวตามวิธีและขั้นตอนการสร้างเครื่องมือนั้น ๆ เพราะเครื่องมือแต่ละชนิดมีรูปแบบและวิธีการสร้างแตกต่างกันไป

5. การทดลองใช้เครื่องมือ เมื่อได้ยกร่างเครื่องมือแล้ว ผู้สร้างเครื่องมือต้องนำยกร่างเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะนำไปเก็บข้อมูลจริง ทั้งนี้เพื่อที่จะได้เทียบเคียงได้ว่าเมื่อนำเครื่องมือไปใช้เก็บข้อมูลในสภาพจริงแล้วเกิดปัญหาใดบ้าง นอกจากนี้การทดลองใช้เครื่องมือเป็นหลักฐานมายืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพดีจริงเหมาะที่จะนำไปใช้จริงต่อไป

6. การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ เป็นการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น และใช้สถิติที่แตกต่างกันออกไปตามธรรมชาติของข้อมูล เช่น ถ้าเป็นแบบทดสอบต้องตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าดัชนีความตรง ค่าความเที่ยง ค่าอำนาจจำแนก ดัชนีความตรงและค่าความเชื่อมั่น

7. การปรับปรุงเครื่องมือ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือเก็บข้อมูลนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการที่จะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกเครื่องมือหรือปรับปรุงเครื่องมือดังกล่าวในส่วนที่ยังบกพร่อง หรือมีคุณภาพไม่ดี

8. การจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ เพื่อให้การใช้เครื่องมือเป็นไปอย่างถูกต้องจึงควรจัดทำคู่มือการใช้ที่ระบุอย่างชัดเจนเกี่ยวกับขอบเขตการวัด ลักษณะของเครื่องมือ วิธีการใช้เครื่องมือ วิธีการให้คะแนน การแปลผลคะแนน

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2544 : 11-16) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดโดยภาพรวมมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยศึกษาพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบนั้นหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร นักเรียนแสดงออกอย่างไร จึงจะสรุปได้ว่าเขามีพฤติกรรมที่ต้องการวัดแล้ว

2. เลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาในการตรวจสอบในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาที่สามารถให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจนมากที่สุดเพื่อนำมาใช้ในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

3. การนำความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหา เป็นการนำสถานการณ์หรือเนื้อหาที่เลือกมาทำความเข้าใจและเขียนความคิดรวบยอดของเนื้อหาเพื่อเป็นกรอบความคิดในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

4. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ การเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะปฏิบัติ เพื่อให้ข้อคำถามมีคุณภาพจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

4.1 เขียนข้อคำถามให้ตรงจุดและถามให้ชัดเจน

4.2 คำถามกะทัดรัดไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย

4.3 ช่วยให้ได้ความคิดในการตอบ

4.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ/วัยของนักเรียน

4.5 เขียนตัวเลือกเกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดตามหลักวิชาเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวลวงทุกตัวจะต้องเป็นตัวลวงที่มีความเป็นไปได้

4.6 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เพื่อเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือวัดที่ใช้นั้นมีคุณภาพอย่างน้อย 3 ประการ คือ ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย และความเที่ยงตรง

จากที่ได้กล่าวมาแล้วผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนสรุปได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หรือ ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาจุดมุ่งหมายแต่ละทักษะ

2. เลือกเนื้อหาที่จะวัดให้เหมาะสมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

3. สร้างตารางน้ำหนักของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

4. เลือกแนวทางในการออกข้อสอบหรือเลือกใช้สถานการณ์หรือเนื้อหาในการตรวจสอบเพื่อให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. กำหนดความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหาเป็นการนำสถานการณ์หรือเนื้อหาที่เลือกมาทำความความเข้าใจและเขียนความคิดรวบยอดเนื้อหาเพื่อเป็นกรอบความคิดในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

6. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ถามให้ตรงจุดและถามให้ชัดเจน

6.2 คำถามกะทัดรัดไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย

6.3 ช่วยให้ได้ความคิดในการตอบ

6.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ/วัยของผู้เรียน

6.5 เขียนตัวเลือกหรือเกณฑ์การให้คะแนน

6.6 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด

5. แผนการจัดการเรียนรู้

5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

กรมวิชาการ (2546 : 1) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนซึ่งครูเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการใช้สื่อการเรียนรู้หรือแหล่งเรียนรู้ แผนการวัดผลประเมินผล โดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งยึดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ที่กำหนด อันสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 1) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึงแผนการหรือโครงการที่จัดไว้เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อการปฏิบัติการสอนในวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกรินทร์ สี่มหาศาล (2545 : 409) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นวัสดุหลักสูตรที่ควรพัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เพื่อให้การจัดการสอนบรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้จึงเปรียบเสมือนโครงร่าง หรือพิมพ์เขียวที่กล่าวถึงประสบการณ์การเรียนรู้ตามหัวข้อการจัดการเรียนรู้และกระบวนการวัดผลที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ส่วนแผนการเรียนรู้จะแสดงการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียน และประสบการณ์การเรียนรู้เป็นรายวัน หรือรายสัปดาห์ ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้จึงเป็นเครื่องมือหรือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามกำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูเตรียมไว้ล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษร ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้จุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น การสอนดำเนินไปอย่างมีระบบ

5.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการสอนมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน ได้มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการสอน ดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 2) กล่าวว่า การจัดทำแผนการสอน มีประโยชน์ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผน และเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอนการเรียนรู้สื่อ เทคโนโลยี และจิตวิทยาการเรียนการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ

2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัด และประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูผู้สอน และครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ

4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัด และประเมินผลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

ชาญชัย อินทรประวัติ (2542 : 56) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การกระทำใด ๆ ก็ตามย่อมมีการวางแผนทุกครั้ง ดังนั้น การสอนที่ดีก็ควรมีการวางแผนด้วยเสมอ เพราะการวางแผนที่ดีจะทำให้การทำงานนั้น ๆ บรรลุผลไปแล้วครึ่งหนึ่ง และงานสอนเป็นอาชีพที่มีความสำคัญมาก จึงต้องมีการวางแผนการสอน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง เพราะผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้และรวดเร็วขึ้นอยู่กับการวางแผนที่ดีที่เหมาะสมของครู ซึ่งการวางแผนที่ดีจะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.3 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

สงบ ลักษณะ (2540 : 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน

2. กิจกรรมการเรียนการสอนนำไปสู่จุดประสงค์ได้

3. ผู้เรียนมีโอกาสเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม ครูผู้สอนอำนวยความสะดวก ตามกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม

4. ใช้เนื้อหาใกล้ตัว

5. ครูผู้สอนแสวงหา คิดค้น พัฒนาสื่อราคาย่อมเยาในท้องถิ่น สื่อเสริมการเรียนรู้ จัดกระบวนการวัดผลและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ใช้ผลเพื่อการพัฒนาต่อไป

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีมีลักษณะดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่กำหนดทุกข้อ โดยกิจกรรมนอกจากจะมุ่งส่งเสริมพฤติกรรม และทักษะที่มุ่งเน้นทุกด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจะต้องสร้างมโนทัศน์ในสาระการเรียนรู้ หรือเนื้อหาที่กำหนดอย่างชัดเจนครบถ้วน และทันสมัย

2. ฝึกกระบวนการที่สำคัญให้ผู้เรียน กิจกรรมการเรียนการสอน ควรเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญ ซึ่งกระบวนการในที่นี้ หมายถึง

2.1 การมีขั้นตอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้แสดงออกหรือปฏิบัติ โดยใช้ร่างกาย ความคิด การพูด ในการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ คือ ได้ความรู้ ความเข้าใจ และเจตคติหลังจากทำกิจกรรม

2.2 การปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความสามารถในการปฏิบัติเป็นขั้นตอน ติดตัวไปใช้ในชีวิตจริง

5.4 ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

สนอง อินละคร (2534 : 31) กล่าวถึงประโยชน์ของการทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เพื่อให้เห็นความต่อเนื่องของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร

2. เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน

3. เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนสามารถเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ให้พร้อมก่อนการทำการสอน

4. เพื่อให้ผู้สอนมีความมั่นใจ และเชื่อมั่นในการจัดการเรียนรู้

5. เพื่อให้เกิดการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้จากข้อจำกัดที่พบ

6. เพื่อให้ผู้อื่นสอนแทนได้ในกรณีที่มีเหตุจำเป็น

7. เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับการพิจารณาผลงาน และคุณภาพในการปฏิบัติการสอน

8. เพื่อเป็นเครื่องบ่งชี้ความเป็นวิชาชีพของครูผู้สอน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 2) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดทำแผนการสอนดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผน และการเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอน การเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยี และจิตวิทยา การเรียนการสอนผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ

2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัด และประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูผู้สอน และครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ

4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

6. แนวคิดเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7-18) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึงสภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์

การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินผลหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 เท่ากับ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยทั่วไปผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณากำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพโดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งค่าไว้เป็น 80/80 , 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด ซึ่งเมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้ผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก ทั้งนี้ E_1 / E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครูผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน โดยจับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่าง

เรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1 / E_2 ที่ได้มีค่าประมาณ 70/70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้นปกติใช้กับผู้เรียน 30-40 คนให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการคือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับผู้เรียนต่างกลุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำจากเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมี 3 ระดับ คือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 25-29) จำแนกวิธีการหาประสิทธิภาพเป็น 2 วิธีคือ

1. การหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือครู โดยจะใช้แบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญหรือครูพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระ และเทคนิคการจัดทำสื่อนั้น ๆ แบบประเมินอาจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือเป็นแบบเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย สรุปผลเป็นความถี่ แล้วอาจทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ด้วยค่าไค-สแควร์

2. การหาประสิทธิภาพโดยผู้เรียน มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู แต่เน้นการรับรู้คุณค่าที่ได้จากการเรียนเป็นสำคัญ ประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรง พิสูจน์คุณภาพ และคุณค่าของสื่อการสอนนั้น ๆ โดยจะวัดว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรขึ้นบ้าง เป็นการวัดเฉพาะผลที่เป็นจุดประสงค์ของการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะนั้น จำแนกได้เป็น 2 วิธี คือ

2.1 กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ เช่น เกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90

2.2 ไม่ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า แต่จะพิจารณาการเปรียบเทียบผลการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หรือเปรียบเทียบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบฝึกทักษะนั้นสูงกว่า หรือเท่ากับสื่อหรือเทคนิคการสอนอย่างอื่นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบแบบที (t–test)

จากการศึกษาในข้างต้นผู้วิจัยสรุปว่าการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้คือคุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการคือคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่อคะแนนเต็มของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด งานที่ทำระหว่างเรียนทั้งกิจกรรมในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน แบบทดสอบหลังเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่อคะแนนเต็มของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2) เนื้อหาเป็นทักษะจึงกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

แสงเดือน เจริญฉิม (2552 : 202-210) รายงานผลการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยรูปแบบการสอน 6 ขั้นประกอบด้วย 1) ขั้นสำรวจความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน 4) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ 5) ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ และ 6) ขั้นประเมินผล ที่เป็นวงจรการเรียนรู้เน้นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบดังกล่าวถูกนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2552 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ทั้งนี้กระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนให้เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ขั้นเร้าความสนใจผู้เรียนจะเกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาแล้วนำไปสู่การพัฒนาสู่องค์ความรู้ที่ถูกต้อง ทั้งนี้ในขั้นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนจะเป็นขั้นที่แสดงให้ทราบถึงความรู้ที่ผู้เรียนมีมาก่อนและเป็นโอกาสอันดีที่ครูจะได้ทราบถึงความรู้ที่ผู้เรียนมีมาก่อน และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน การเปิดโอกาศให้ผู้เรียนได้หาคำตอบจากคำถามด้วยการปฏิบัติจริง การทดสอบผลการ

ทำนาย การตั้งสมมติฐาน การอภิปรายร่วมกัน โดยที่ครูเป็นผู้อำนวยการ สร้างบรรยากาศทางการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกันจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับคำตอบที่ชัดเจนของมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ

พัชรี โพชนา (2559 : 103-108) รายงานผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติวิชาชีววิทยาเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลอง เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกวางแผนร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันจนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง มีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นนำซึ่งเป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมการตอบคำถามต่าง ๆ 2) ขั้นทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์ 3) ขั้นสร้างองค์ความรู้ใหม่ ที่มีกิจกรรมการอภิปรายแล้วผู้เรียนที่มีความรู้เดิมและสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รู้จักวางแผนและออกแบบการทำกิจกรรมจนสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองและได้ฝึกการสังเกตการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล 4) ขั้นนำความรู้มาอภิปรายผลร่วมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอน เพื่อแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความคิดกัน จนสามารถจัดระบบองค์ความรู้และเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ จนนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น และ 5) ขั้นประเมินผล โดยครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ซึ่งการสร้างองค์ความรู้จากความรู้เดิมที่มีอยู่ของผู้เรียนนอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ปทุม ช่องคันปอน (2558 : 65-67) รายงานผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ เป็นการจัดการเรียนรู้หมุนเวียนตามเข็ม นาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why-What-How-If) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ขั้น โดยจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ขั้นตอนการเรียนรู้มี 8 ขั้นได้แก่ 1) ขั้นตอนสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน 2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ 3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด 4) ขั้นพัฒนาความคิด

จากข้อมูลเพิ่มเติม 5) ขั้นลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้และสร้างผังมโนทัศน์ 6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง 7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการนำประยุกต์ใช้ปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ 8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่นเพื่อนำมาประยุกต์เป็นผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวถูกนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 พบว่าการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดการเรียนรู้ที่เน้นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนและสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

วันวิสา ภักดี (2557 : 99-102) รายงานผลการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ แบบ SSCS ร่วมกับของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจและสำรวจปัญหา ขั้นสถานการณ์โจทย์ ขั้นวางแผนลงมือแก้ปัญหาโจทย์ ขั้นดำเนินการตามแผนที่กำหนดและขั้นตรวจสอบคำตอบ รูปแบบดังกล่าวถูกนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลบ้านย่านยาว จังหวัดพังงา ในปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 1 ผลการทดลองพบว่ารูปแบบการสอนดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนสามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาโจทย์ได้ด้วยตนเอง โดยการมองเห็นภาพการใช้จินตนาการวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับโจทย์จนทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนตามแนวทางที่วางไว้ ทั้งนี้รูปแบบการเรียนรู้ แบบ SSCS ร่วมกับของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ กิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ มีการทบทวนความรู้เดิม ใช้กระบวนการที่กระตุ้นและเสริมสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทำให้มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อกัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

นวพล นนทภา (2558 : 39-53) กล่าวไว้ว่า การที่ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเป็นอุปสรรคในการเรียนเนื้อหาใหม่และเป็นอุปสรรคในการทบทวนเนื้อหาเดิม ทั้งนี้พบว่า การพัฒนากลวิธีในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเผชิญกับสถานการณ์จริงทางความคิดจากคำถาม ปัญหาทางพีชคณิตที่ผู้วิจัยสร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนที่ 2 แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่ ขั้นตอนการให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและตรวจสอบมโนทัศน์ และขั้นตอนการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ไปประยุกต์ใช้กับความรู้อื่น ๆ ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และเสนอแนะแนวทาง วิธีการในการแก้ปัญหาของตนเองเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของผู้เรียน และการแนะนำมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่ที่ถูกต้องให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตที่ถูกต้องต่อไป

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 142-149) ได้พัฒนาการเรียนรู้ที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare : P) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนทบทวนเรื่องเดิมที่เรียนผ่านมา โดยวิธีการตั้งคำถาม หรือทดสอบย่อยแล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engage : E) เป็นขั้นสร้างแรงจูงใจท้าทายให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาและกระจ่างมโนทัศน์ (Conceptualize :C) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างมโนทัศน์ ขั้นแลกเปลี่ยนมโนทัศน์และขั้นกระจ่างมโนทัศน์ ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Apply : A) เป็นขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ประกอบด้วย 3 ขั้นย่อย คือ 1) ขั้นการวิเคราะห์วางแผน 2) ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา และ 3) ขั้นตรวจสอบคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองในภาพรวมและรายด้านทุกด้านสูงกว่าก่อนทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้ยังพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์จะต้องจัดให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมทดลอง หรือกิจกรรมประเภทลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นกิจกรรมสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ได้ นอกจากนี้กระบวนการกลุ่มและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติและสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องพิจารณาความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้สึก และตั้งคำถามอย่างสม่ำเสมอเพื่อทำให้มโนทัศน์ของนักเรียนชัดเจนขึ้น

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ และคณะ (2555 : 1-11) ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนในแต่ละมโนมติก่อนและหลังได้รับ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนใน 7 มโนมติหลักได้แก่ แรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ น้ำหนัก กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ พบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากถึงระดับที่มีความเข้าใจสมบูรณ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงและมีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.66 และ 65.09 ตาม ลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Xinxin F. (2015 : 129-131) รายงานผลการศึกษาประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเชิงโต้ตอบเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (ILIS) ของนักเรียนเกรด 10 ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รูปแบบการเรียนรู้นี้พัฒนาบนพื้นฐานการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้น ภายใต้กรอบคำถามการวิจัย 1) อะไรคือประสิทธิผลของแนวทาง ILIS โมเดล ข้อเสนอแนะของครูและนักเรียน 2) นักเรียนและครูเข้าใจการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์เกี่ยวกับการปฏิบัติงานผ่านวิธีการของ ILIS อย่างไร โดยมีรูปแบบการเรียนรู้ ตามขั้นตอนที่ 1 ขั้นชี้แจงและทำความเข้าใจ (Elicitation and Clarification) โดยครูชี้แจงนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนด้วยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการตั้งสมมติฐานและการคาดเดาคำตอบของสมาชิกในกลุ่ม ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบ (Testing Prediction) ด้วยการทำแบบทดสอบ ทำใบงานและเปรียบเทียบผล ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบายและการเชื่อมโยงมโนทัศน์ (Elucidation and Link) และขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบการเรียนรู้และทดสอบหลังเรียน (Metacognitive Evaluation and Further Test) โดยทำการทดลองกับนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มเรียนรู้แบบปกติ โดยเปรียบเทียบผลการเรียน

ของ ILIS เปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนตามปกติซึ่งได้รับความรู้จากการบรรยายทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปและแบบทดสอบ การเข้าร่วมกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับห้องเรียน ILIS เช่นกิจกรรมการมีส่วนร่วมและกิจกรรมการประเมินผล ในทางตรงกันข้ามวัตถุประสงค์ของกิจกรรมคือการทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากบทเรียนล่าสุด กิจกรรมการประเมินขึ้นอยู่กับการตรวจสอบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์จากตำราเรียน ผลงาน การทำแบบทดสอบนำมาใช้เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องได้หรือไม่ ความแตกต่างระหว่างสองวิธีการสอนคือการเรียนการสอนแบบเดิมกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำของครูมากกว่าการพัฒนาความสนใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีความเข้าใจเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ทักษะกระบวนการของนักเรียนมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ขั้นตอนเชิงคุณภาพเกี่ยวข้องกับการสัมภาษณ์ครูสามคนและนักเรียนหกคน พบว่าวิธีการของ ILIS มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าวิธีการของ ILIS เป็นวิธีการสอนและการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ในการเสริมสร้างมโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

Koponen, T. Ismo and Laura H. (2014 : 2227-2254) วิจัยการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า แนวคิดในการเรียนฟิสิกส์และการแก้โจทย์ปัญหาทั่วไปคือการพัฒนาและแยกแยะในกระบวนการเรียนรู้ การพัฒนามโนทัศน์ ส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้คือการปรับองค์ความรู้ใหม่เพื่อให้ความรู้และมโนทัศน์ของนักเรียนเปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้อง การศึกษาครั้งนี้เสนอมุมมองในการพัฒนามโนทัศน์โดยการพัฒนาจากระดับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนไปจนถึงระดับมโนทัศน์ใหม่ ทั้งนี้พบว่ามโนทัศน์เป็นเรื่องที่ซับซ้อนฝังตัวผู้เรียนที่มีมาก่อนจะเข้าห้องเรียนให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น ภายใต้ประเด็นที่เกี่ยวโยงกัน 3 ข้อ คือ 1) แนวความคิดของมโนทัศน์เดิม 2) มโนทัศน์เกี่ยวกับระบบความรู้ และ 3) กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ เน้นการสร้างมโนทัศน์ขึ้นภายในตัวผู้เรียน (Concept-Constructs) การกำหนดโครงสร้าง (Determinate Constructs) และการกำหนดสมมุติฐาน (Hypothesis-Constructs) ผลการวิจัยพบว่าในกระบวนการพัฒนามโนทัศน์ด้านความรู้เชิงสาเหตุที่ความเชื่อมโยงกันของระบบองค์ความรู้ มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ทั้งนี้ความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเป็นสาเหตุสำคัญต่อการพัฒนามโนทัศน์ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้นและการทำงานเป็นทีมจะมีผลต่อการเรียนรู้อย่างมาก ทั้งนี้

การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการพัฒนาความรู้ความเข้าใจให้เป็นพลวัตพัฒนาความรู้ในส่วนที่เล็กและพัฒนาต่อเนื่องไปสู่โครงสร้างความรู้ที่เชื่อมโยงกันให้มากขึ้น

Surif J. et al. (2012 : 416-425) ได้รายงานผลการพัฒนามโนทัศน์และขั้นตอนการนำความรู้สู่การแก้ปัญหาในวิชาเคมี กับนักเรียน 200 คน ใน 4 โรงเรียน เพื่อศึกษาระดับมโนทัศน์และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ค่อนข้างต่ำ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการมีมโนทัศน์ที่ต่ำสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการนำความรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ทางวิชาเคมี ดังนั้นครูต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ชัดเจน และถูกต้องในเนื้อหา ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนพื้นฐานการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (Inquiry Approach) ดังนี้ 1) ขั้นเริ่มต้น (Preliminary Phase) สำรวจความรู้พื้นฐาน ความขัดแย้งทางปัญญาของผู้เรียนเพื่อค้นหาทางเลือกที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Focus Phase) เลือกทางที่สนใจและให้กลุ่ม หรือผู้เรียนอภิปรายแนวทางปฏิบัติให้ชัดเจน 3) ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Challenge Phase) และ 4) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application Phase)

Caliskan S. et al. (2009 : 2239-2243) ศึกษาผลของกลยุทธ์การแก้ปัญหาการเรียนการสอนกับนักเรียน กรณีการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน การแก้ปัญหาประสิทธิภาพการทำงานและการใช้กลยุทธ์ 3 ขั้นคือ 1) เทคนิค WPE (Writing Physics Examination) 2) เทคนิค PPSR (Physics Ploblem Solving Rubirc) และ 3) เทคนิค PPSSS (Physics Ploblem Solving Strategies Scale) การวิจัยนี้ทำการทดลองกับกลุ่มทดลองควบคุมและกลุ่มควบคุมที่มีลักษณะคล้ายกัน ในกลุ่มทดลองได้นำหลักสูตรการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมมาใช้ร่วมกับการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมเท่านั้น ตัวแปรอิสระในการวิจัยคือการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหา ตัวแปรตามคือผลการปฏิบัติงานของนักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหาฟิสิกส์และการใช้กลยุทธ์ เมื่อสิ้นสุดการวิจัยพบว่าการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหามีผลในเชิงบวก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ นักเรียนควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้กลยุทธ์ใหม่ ๆ จากครูผู้สอนสม่ำเสมอ

ผลจากการศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสาระสำคัญของหลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาตามหลักการและแนวคิด จอยส์และวีล (Jovec & Weil) กานเย (Gagne) เพียเจต์ (Piaget) กานเยและบริกส์ (Gangne and Briggs) ทฤษฎีการเรียนรู้สร้างสรรค์ความรู้ ระบบการเรียนรู้ของเคมพ์ (Kemp. 1977) ประยุกต์ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) จากแนวคิดระบบการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเล่ย์และแมทซีนสกี การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นหลักในการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) การเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นก็ได้ และผลการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2 ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และความอยากรู้อยากเห็นเป็นกลไกหลักที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดการไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

3. พัฒนาทางเชาว์ปัญหาของบุคคลที่ปรับเปลี่ยนผ่านทางกระบวนการซึมซับและกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้นบุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยที่ครูต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีการปรึกษาหารือ การออกแบบการเรียนรู้ร่วมกัน มีการทำงานเป็นทีม เน้นการพึ่งพาอาศัยกันในทางบวก การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดใน

ระหว่างการทำงานกลุ่ม การทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และอธิบายความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มฟัง และมอบหมายให้ทุกคนมีความรับผิดชอบ โดยมีครูเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจทางการเรียนรู้ เป็นต้นแบบ ชี้แนะกระบวนการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ รวมทั้งจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนทัศน์การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

5. การเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

5.1 วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การพัฒนามโนทัศน์ (Concept Development) และการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application)

5.2 วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของ BSCS ประกอบด้วย การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ (Explore) การอธิบาย (Explain) การขยาย (Extend) และการประเมิน (Evaluate)

5.3 การจัดการเรียนรู้แบบ 7E ประกอบด้วย การตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ (Explore) การอธิบาย (Explain) การเพิ่มรายละเอียด (Elaborate) การประเมิน (Evaluate) การขยาย (Extend)

จากการศึกษาหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ ประกอบ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการเรียนรู้ เป็นขั้นตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้แสดงความรู้เดิม ตรวจสอบความรู้เดิมของนักศึกษาและเติมเต็มประสบการณ์เดิม ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการแยกแยะประเด็นของปัญหา กำหนดประเด็นให้ชัดเจน และการค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการดำเนินงานเพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหา การวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อสำรวจตรวจสอบ เป็นการกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ในการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบ คำตอบ การให้ข้อเสนอแนะการให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการประยุกต์ใช้มโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นตอนการส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ แสดงหลักฐานให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ส่งเสริมให้อธิบายความคิดรวบยอดตาม

ความเข้าใจของตัวเอง ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ และการใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำแนวความคิดที่ได้ไปค้นคว้าเพิ่มเติม ปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ ปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการใหม่ ปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท เปิดโอกาสให้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย อ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดง หลักฐาน และตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นตอน 6 ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นการนำความรู้สู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ขยายความรู้สู่งานอาชีพ แนะแนวทางในการนำความรู้ไปสร้างองค์ความรู้ใหม่

ผู้วิจัยคาดหวังว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนามโนทัศน์และการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีความพร้อมในการดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในโลกยุคปัจจุบัน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม กำหนดชื่อเรียกว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 โดยตัวย่อ PSC4E มาจากคำเต็ม ดังนี้

P : Preparation	ขั้นที่ 1 คือ ขั้นเตรียมการเรียนรู้
S : Search	ขั้นที่ 2 คือ ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
C : Create	ขั้นที่ 3 คือ ขั้นออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อสำรวจตรวจสอบ
E : Explain	ขั้นที่ 4 คือ ขั้นอธิบาย
E : Elaborate	ขั้นที่ 5 คือ ขั้นขยายความรู้
E : Evaluation	ขั้นที่ 6 คือ ขั้นประเมินผล
E : Extend	ขั้นที่ 7 คือ ขั้นนำความรู้ไปใช้