

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามเนื้อหา
ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 วิสัยทัศน์
 - 1.2 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.5 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.6 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - 1.7 คำอธิบายรายวิชา
 - 1.8 ผลการเรียนรู้
 - 1.9 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5Es
 - 2.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.3 บทบาทของครู
 - 2.4 บทบาทของนักเรียน
 - 2.5 ข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้
3. กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนของโพลยา
 - 3.1 ความเป็นมาของรูปแบบการสอนของโพลยา
 - 3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนของโพลยา
 - 3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนของโพลยา
 - 3.4 บทบาทของครูและนักเรียน

4. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.3 รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.4 ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.5 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
 - 5.1 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
 - 5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
6. จิตวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์
 - 6.2 ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์
 - 6.3 การวัดจิตวิทยาศาสตร์
 - 6.4 การสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษา
ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียน
มีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ
และเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542, หน้า 8) ในส่วนของการเรียนรู้
ด้านวิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะและจิตวิทยาศาสตร์อีกทั้งใช้กระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และเข้าใจว่า
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและกัน

โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ (2561, หน้า 5-16) ได้กำหนดเกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

1. วิสัยทัศน์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิกำหนดขึ้นภายใต้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กล่าวคือ

1.1 หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหาแนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

1.2 หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.3 ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิดความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

1.4 ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในโรงเรียน

1.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

1.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

1.7 การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

2. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรโรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม

รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่าง ต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลง ของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อ ตนเองและผู้อื่น

2.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรโรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับ ผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

3.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

3.2 ซื่อสัตย์สุจริต

3.3 มีวินัย

3.4 ใฝ่เรียนรู้

- 3.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 3.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 3.7 รักความเป็นไทย
- 3.8 มีจิตสาธารณะ

4. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

4.1 สารที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.2 สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.3 สารที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.4 สารที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว4.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว4.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากรทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

4.5 สารที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

4.6 สารที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ และสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.7 สารที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว7.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัย และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว7.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศ บนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว7.3 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

4.8 สารที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

5. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.1 เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5.2 เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

5.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

5.4 เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5.5 เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สื่อกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.6 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุและรูปแบบ การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิด แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

5.7 เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูดและผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำ ผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

5.8 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิ ของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

5.9 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลาย แนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

5.10 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์ สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐาน ที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการ สำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบ

5.11 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของ ข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการ สำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือทฤษฎีรองรับ

5.12 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

5.13 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและ เหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5.14 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนา เทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

5.15 ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้ เพิ่มเติมทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

5.16 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

6. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

6.1 สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 วิเคราะห์มาตรฐาน ว6.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม. 4	<p>1. อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรง และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง</p> <p>2. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง จากสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัว</p>	<p>- ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็วและความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว มีความสัมพันธ์ ดังสมการ</p> $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u+v}{2} \right) t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ <p>- การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียนอยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็วกับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด ในกรณีและผู้สังเกต มีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต</p> <p>- การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก</p>

7. คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 ชั่วโมง 1.5 หน่วยกิต
ศึกษาการค้นคว้าความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการ
ของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
การวัดและการรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ หลักการของกลศาสตร์ในเรื่องการเคลื่อนที่
ของวัตถุในแนวตรง แรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน การเขียนแผนภาพวัตถุ
อิสระ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ
คู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะ
หาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้
เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา
ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์
จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

8. ผลการเรียนรู้

8.1 สืบค้นและอธิบายการค้นคว้าความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้ง
พัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนา
เทคโนโลยี

8.2 วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม
โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลอง
ในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

8.3 อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่
ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง

8.4 คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด
อัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง จากสถานการณ์ที่กำหนด

8.5 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว และความเร่ง
ของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัว

8.6 อธิบายแรง รวมทั้งทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง
ที่ทำมุมต่อกัน

8.7 เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

8.8 อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้ง คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

8.9 วิเคราะห์ อธิบายและคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

9. โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

ตาราง 2 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์ - ธรรมชาติของฟิสิกส์ - การวัดและการบันทึก ผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ - การทดลองทางฟิสิกส์	ว6.1 ผลการเรียนรู้ 1. สืบค้นและอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี 2. วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง	18	30
2	การเคลื่อนที่แนวตรง - ตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด - อัตราเร็วและความเร็ว - ความเร่ง - การตกแบบเสรี	ว6.1 ผลการเรียนรู้ 3. อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง	18	30

ตาราง 2 (ต่อ)

บทที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
	<ul style="list-style-type: none"> - กราฟความเร็ว เวลากับระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตรง - สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว 	<p>4. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง จากสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัว</p>		
3	<p>แรงและกฎการเคลื่อนที่</p> <ul style="list-style-type: none"> - แรง - การหาแรงลัพธ์ - มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ - แรงเสียดทาน - แรงดึงดูดระหว่างมวล - การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ 	<p>ว6.1 ผลการเรียนรู้</p> <p>6. อธิบายแรง รวมทั้งทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน</p> <p>7. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p> <p>8. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากล และผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้ง คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p> <p>9. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่ง และวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	24	40

หน่วยการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 2 เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5Es

1. ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) หรือนักการศึกษาบางท่านเรียกว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบเสาะ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกวิธีการเรียนรู้อย่างมีอิสระหรือประสบการณ์ตรง มีการทดลองและสรุปผลการทดลอง แก้ปัญหาด้วยตนเองนักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชา และกระบวนการแสวงหาความรู้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ หรือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 10) ได้สรุปว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบค้น ตรวจสอบ และค้นคว้า ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า

ประสาธ เนืองเฉลิม (2550, หน้า 26) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนจะทำให้ครูผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทิศนา แคมมณี (2550, หน้า 141) การสืบเสาะด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) หรือการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูลการวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 241) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบการทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

สมศักดิ์ อภิบาลศรี (2552, หน้า 15) ได้ให้ความหมายว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยตนเองและสร้างนิสัยช่างคิด ช่างซักถามและแก้ปัญหา เป็นการสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเรียนรู้อย่างอิสระ มีระบบ มีการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้วางแผน และกำหนดวิธีการค้นหาความรู้ โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ให้นักเรียนเกิดความรู้ทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการแสวงหาความรู้

ธัญญารัตน์ ธนุรัตน์ (2553, หน้า 26) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ ค้นพบความรู้หรือความจริงต่าง ๆ และคิดแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง โดยการตั้งคำถาม ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ทำให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาและเป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ รู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง

วิจิต หวังประสพกลาง (2554, หน้า 35) ได้ให้ความหมายของ การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

ศรีภา เหล็กแก้ว (2555, หน้า 51) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นพัฒนากระบวนการคิด การแก้ปัญหา โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด ความสงสัยและคิดหาคำตอบ ตลอดจนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

Good (1973, p. 303) ให้ความหมายของ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้ว่า มีลักษณะเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem Solving Approach) โดยระบุลักษณะที่สำคัญคือเป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และผู้เรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกคิดปฏิบัติ ฝึกแก้ปัญหาครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการจัดหาสื่ออุปกรณ์และแนะนำในการเรียนรู้

2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

หัทธชัย สะอาด (2552, หน้า 19) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มี 5 ขั้น โดยครูกระตุ้นหรือสร้างความสนใจของนักเรียน ฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นทีม ตั้งคำถามเพื่อให้อ้างอิงถึงสิ่งที่เคยพยายาลึกฐานความคิด ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาได้ ซึ่ง 5 ขั้นตอนมีดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

พรรัตน์ กิ่งมะลิ (2552, หน้า 219) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปเมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อสังเกต ที่ได้มาวิเคราะห์แปลเป็นผลสรุป
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือเหตุการณ์อื่น ๆ เพื่อให้ความรู้กว้างขวางขึ้น
5. ขั้นประเมินเป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ

ที่นักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไรมาน้อยเพียงใด

ฉันท ชาติทอง (2554, หน้า 188) ในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา ได้ปรับขยายรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 5 ขั้นหรือเรียกว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย 5 ขั้นนี้ได้แก่

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นขั้นตอนการสร้าง
ความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็น
ปัญหาที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบ
ปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ
ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต และรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์
และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์
นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้
ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการประเมิน

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ตามสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 32-33) จะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้
ที่มีกิจกรรมต่าง ๆ ทำทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ
ในแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน
หรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง
หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ใน
ช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียน
สร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจาก
สื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับ
ประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียน
ส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียด
ของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม
หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น
และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อมีความเข้าใจในประเด็น
หรือคำถามที่จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ
ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือ

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง กิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผล ที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้จะอะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 152-153) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5 ขั้น หรือ 5Es มีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยคำถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้ากับหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ในขั้นนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. **ชั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการจัดการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนได้ฝึกคิดปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการจัดหาสื่ออุปกรณ์และแนะนำในการเรียนรู้ ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement) การนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูนำสื่อการสอนต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้มาให้แก่นักเรียนดู แล้วครูคอยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน อาจมีการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนผ่านมาแล้วเพื่อหาข้อสรุปนำเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียนขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา (exploration) การเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation) การตรวจสอบข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) การนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด

3. บทบาทของครู

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะต้องใช้ความสามารถและมีเทคนิคในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบ เพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด มีสถาบันและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 36)

กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 4 ข้อ ดังนี้

1. ครูจะต้องจัดสภาพแวดล้อม สถานการณ์หรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกสังเกตเปรียบเทียบ จนเห็นปัญหาและเกิดความสนใจใคร่รู้
2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาสาเหตุของปัญหานั้นด้วยการตั้งคำถาม
3. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเชิงทำนายแล้วพิสูจน์ แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุป

4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการและกฎเกณฑ์ที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

วิชิต หวังประสพกลาง (2554, หน้า 35) กล่าวว่า บทบาทของครู คือ ผู้ให้ความกระจ่างและอำนวยความสะดวก ประเด็นปัญหาที่ครูเลือกให้ผู้เรียนศึกษา ควรสัมพันธ์กับหลักสูตรและสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน ครูต้องตรวจสอบว่าได้จัดสิ่งแวดล้อมความสะดวกแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอ รวมทั้งมีสื่อและแหล่งวิทยาการที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

สุภาพ สิทธิศักดิ์ (2554, หน้า 27) กล่าวว่า บทบาทของครูในการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5Es ครูต้องจัดกิจกรรมสร้างความสนใจอยากเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยใช้คำถามกระตุ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของผู้เรียนเอง

ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่
สังเกตผู้เรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, หน้า 98) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. เป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้เด็กได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ
ด้วยตัวนักเรียนเอง

2. เป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า

3. เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยแนะนำทางให้เด็กค้นคว้าหาความรู้

ทิตินา แคมมณี (2558, หน้า 141) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้ กระตุ้นให้เด็กเกิดคำถาม เกิดความคิด ช่วยอำนวยความสะดวก
ในการเรียนรู้ ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน สามารถนำไปสู่การค้นพบข้อความรู้ใหม่ ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ครูผู้สอนมีหน้าที่ สร้างสถานการณ์ตั้งคำถามที่กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนคิดเกิดความคิด
ต้องการค้นหาคำตอบ จัดเตรียมสื่อวัสดุอุปกรณ์จัดสภาพแวดล้อมสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน
ที่เป็นการส่งเสริมในการตั้งข้อสงสัย ข้อคาตเดา ให้คำแนะนำอำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า
และเปิดโอกาส ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

4. บทบาทของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีบทบาท
สำคัญ ในการมีส่วนร่วมเพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ที่ตั้งไว้ มีสถาบันและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, หน้า 17)
ได้เสนอบทบาทของนักเรียน ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้สึก หรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล
4. พุด ชักถาม หรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 98) กล่าวถึง บทบาทของเด็กในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบเห็นได้เป็นมโนมติ
3. เป็นผู้ตอบคำถาม

สุภาพ สิทธิศักดิ์ (2554, หน้า 27) กล่าวว่า บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนต้องรู้จักตั้งคำถามเป็น เพื่อไปสู่การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน เลือกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานที่เหมาะสม สรุปลงความรู้อย่างถูกต้อง นำความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ และวิเคราะห์ประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ของตนเองได้ จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทหน้าที่ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น นักเรียนต้องเป็นผู้สืบค้น เสาะหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักตั้งคำถาม และตอบคำถาม ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งจะนำไปสู่องค์ความรู้ และหลักเกณฑ์ที่สำคัญ แสดงความคิดเห็นได้อย่างมีหลักการและเหตุผล

5. ข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อมจัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้ นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเองส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่ ได้สรุปข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

วิวัฒน์ ชัตติยะมาน และอมลวรรณ วีระธรรมโม (2549, หน้า 98) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์ และจดจำได้นานสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ มีความอิสระมีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้
4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2550, หน้า 242-243) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด ฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

หัสชัย สะอาด (2552, หน้า 20) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีข้อดี คือ นักเรียนได้รับการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนจะได้พัฒนาการศึกษาหาความรู้ อยู่ตลอดเวลา มีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนฝึกกระทำด้วยตนเองให้มีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

พัชรี พุทธิกานนท์ (2554, หน้า 45) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ผู้เรียนได้เรียนรู้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ มีการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีการเรียนรู้จากการกระทำ สามารถจัดระบบความคิดได้เป็นอย่างดี ทำให้มีความรู้ความสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ได้และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ณัชชาภิญญา วิรัตน์ชัยวรรณ (2555, หน้า 19) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่ง ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติทำให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ ได้ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ตลอดจนจิตวิทยาาสตร์และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อดี คือ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เมื่อค้นพบความรู้ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น มีความรู้ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีจิตวิทยาาสตร์ นอกจากนี้ยังเกิดองค์ความรู้ที่คงทน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาเมื่อเจอสถานการณ์ใหม่ ๆ ในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนของโพลยา

1. ความเป็นมาของรูปแบบการสอนของโพลยา

จอร์จโพลยา กันทะลือ (2548, หน้า 18) ได้สรุปความเป็นมาของโพลยา ไว้ว่า โพลยา เกิดในประเทศฮังการี ได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยบูคาเปสต์ สนใจเกี่ยวกับกระบวนการค้นพบมีความคิดที่ว่าสิ่งที่เราจะเข้าใจทฤษฎีนั้น ประการแรกจะต้องทราบว่าทฤษฎีนั้น ค้นพบขึ้นมาได้อย่างไร ดังนั้น การสอนของท่านจึงเน้นกระบวนการค้นพบมากกว่าการพัฒนาทักษะ โพลยา มีผลงานทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมากกว่า 250 บทความ มีหนังสือ 3 เล่ม ที่กล่าวถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หนังสือที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ที่มีชื่อเสียงชื่อ “How to Solve It” ในหนังสือกล่าวถึงขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา มีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมาก

การจัดการเรียนการสอนแบบโพลยา ในห้องเรียนมีจุดประสงค์ในการช่วยเหลือนักเรียนเพื่อแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน บางครั้งนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้เอง ครูจึงคอยช่วยเหลือและค้นหาวิธีการเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน โดยการตั้งคำถามชี้แนะอย่างเป็นขั้นตอน โดยในที่สุดนักเรียนก็จะซึมซับคำถามและการชี้แนะที่ครูคอยย้ำเพื่อนำไปแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้

2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนของโพลยา

Polya (1973, p. 3 อ้างถึงใน จิตรา แก้วชัย, 2553, หน้า 43-46) นักคณิตศาสตร์เชื้อสายฮังการี เป็นผู้เสนอวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับโพลยา “การแก้ปัญหา” คือสาระสำคัญของการทำคณิตศาสตร์ และ “การสอนให้นักเรียนคิด” คือความสำคัญเบื้องต้น “คิดอย่างไร” คือสาระที่วางรากฐานอย่างมากในการสืบเสาะและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง แต่อย่างไรก็ตามการพยายามสอนนักเรียนให้เป็น “คิดอย่างไร” ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องระมัดระวังไม่ให้เป็นการแปลงไปสู่การสอน “คิดอะไร” หรือ “ทำอะไร” ซึ่งเป็นผลจากการเน้นความรู้ที่เป็นขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา ดังที่เห็นอยู่ทั่วไปในแบบเรียนคณิตศาสตร์และโจทย์แบบฝึกหัด วิธีการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา มี 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นนี้ สามารถยืดหยุ่นได้ไม่จำเป็นต้องทำเป็นลำดับขั้นตอน เพราะบางครั้งเราจำเป็นต้องดำเนินไปตามแผนก่อนที่จจะรู้ว่าเป็นไปได้หรือไม่

การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาตามรูปแบบของ Polya ภายในห้อง มีจุดประสงค์ในการช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหา เนื่องจากในการแก้โจทย์ปัญหาของ นักเรียนบางคนไม่สามารถแก้ปัญหาได้เอง ครูจะเป็นผู้ช่วยชี้แนะให้นักเรียนค้นพบหนทาง ในการแก้ปัญหาเองและในการตั้งคำถาม ครูต้องเลือกคำถามที่แตกต่างระหว่างโจทย์ปัญหาที่ใช้ ค้นหาคำหรือที่ให้พิสัย ในการถามและชี้แนะนักเรียน ครูมีวัตถุประสงค์อยู่ 2 ประการ คือ ประการแรกต้องช่วยเหลือนักเรียนให้แก้ปัญหาได้ ประการที่สองคือต้องการพัฒนาให้นักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองในอนาคต ถ้านักเรียนประสบความสำเร็จในการ แก้ปัญหาด้วยตนเองแล้ว เขาก็จะมีแรงจูงใจในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยซึมซับ คำถามและการชี้แนะที่เป็นระบบขั้นตอน นำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนของโพลยา

รูปแบบการสอนของโพลยา (Polya's method) เป็นรูปแบบการสอนของโพลยา ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ได้เห็นความสำคัญและนำมาใช้เป็นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้สอนได้ใช้ สอนพื้นฐานเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา Polya (1985, pp. 11-13) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (Understanding the Problem)

การเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหาจะเริ่มจากข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การทำความเข้าใจโจทย์นักเรียน จำเป็นต้องมีทักษะ การจับใจความ ทักษะการตีความและทักษะการตีความหมาย ดังนั้น การจัด กิจกรรมการเรียนการสอน ควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาให้ถูกต้องตามวรรคตอนของโจทย์ บอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทั้งหมดคืออะไรบ้างและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้โจทย์ปัญหา (Devising a Plan)

วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งครูผู้สอนต้องใช้เวลาและมีความละเอียดอ่อนในการจัด การเรียนการสอนพอสมควร ทั้งนี้เพราะการวางแผนจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ในการแก้ปัญหามากขึ้น การจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนนี้ครูควรนำโจทย์ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย เพื่อจะได้เป็นข้อมูล ในการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับลักษณะของโจทย์ปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out Plan)

เมื่อนักเรียนได้ศึกษา ทำความเข้าใจโจทย์และวางแผนแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การลงมือปฏิบัติตามแผน โดยการคำนวณหาคำตอบและแสดงวิธีทำ ในการคิดคำนวณหาคำตอบนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะ การคิดคำนวณ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ (Look Back) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้สอนส่วนใหญ่มักจะมองข้ามความสำคัญของขั้นตอนนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน มักจะให้ความสำคัญของคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าจะคำนึงถึงกระบวนการในการคิดหาวิธีที่ถูกต้อง ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนมองย้อนกลับไปทบทวน และตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาแล้ว โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบและพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือวิธีการคิดเป็นอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ โดยอาจใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับหรือตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ

เสรี ทองลอย (2549, หน้า 1-2) ได้สรุปขั้นตอนกระบวนการรูปแบบการสอนของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ต้องเข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล อะไรคือเงื่อนไข เงื่อนไขที่ได้มาเพียงพอหรือไม่ ผู้เรียนสามารถเขียนหรือวาดรูปแยกเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ ได้หรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ ควรอาศัยหลักการวางแผน ดังนี้

- 1) ผู้เรียนเคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือเคยพบปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหานี้ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่
- 2) ผู้เรียนรู้ว่าปัญหาสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่ และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานี้หรือไม่
- 3) พิจารณาสี่ที่ไม่รู้ในปัญหาและพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยที่มีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกันหรือคล้ายกับปัญหานี้และพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีแก้ปัญหานี้มาใช้กับการแก้ปัญหที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่
- 4) ควรอ่านปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นของการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ และตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ดำเนินการว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบขั้นตอนที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ สามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีอื่นได้หรือไม่ และสามารถใช่วิธีหาคำตอบลักษณะนี้กับปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่

วราภรณ์ พรายอินทร์ (2551, หน้า 59) กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนการสอนตามวิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีหลักการ ดังนี้

1. ในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว
2. ไม่เร่งรัดนักเรียนมากเกินไปในการดำเนินการไปตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบของวิธีการและการทำงานเป็นกลุ่ม
4. ต้องเรียนรู้ตามขั้นตอนกระบวนการ (ไม่ลัดขั้นตอน) คือให้นักเรียนเข้าใจและทำได้ในขั้นตอนแรกก่อน ต่อไปจึงสามารถผ่านขั้นตอนอื่นได้ สามารถนำวิธีการสอนต่าง ๆ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอน

ดังนั้นหลักการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ไม่เฉพาะแต่นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไปตามลำดับขั้นตอนและทำความเข้าใจแล้ว นักเรียนยังได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ครูสามารถนำวิธีอื่น ๆ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนเพิ่มเติม

พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน (2552, หน้า 55) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหามารูปแบบการสอนของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (Understanding the problem) นำปัญหามาให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือเงื่อนไขของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบของปัญหายู้อยู่ในรูปแบบใด

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีใด แก้อย่างไร การวางแผนจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จมากขึ้น ครูจะนำโจทย์ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ให้นักเรียนฝึกเรียนรู้และใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเป็นประสบการณ์ในการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสมมากขึ้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่แล้วลงมือปฏิบัติโดยการแสดงวิธีทำและคำนวณหาคำตอบจนกระทั่งพบคำตอบ หรือพบวิธีการแก้ปัญหาก็ได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ (Looking back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบและวิธีการในการแก้ปัญหา พิจารณาว่ายังมีคำตอบอื่นหรือวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนกระบวนการของรูปแบบการสอนของโพลยา เป็นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำมาแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้เพราะโจทย์ปัญหามีความคล้ายกัน เป็นแนวทางได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาที่ชัดเจนสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงสนใจนำรูปแบบการสอนของโพลยาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินงานตามแผน และขั้นตรวจสอบผลงาน โดยได้กำหนดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนตามแนวทางที่โพลยาได้กำหนด ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจปัญหา

- 1) อ่านโจทย์หรือสถานการณ์ที่กำหนด แล้วเขียนออกมาในรูปสัญลักษณ์ของค่านั้น
- 2) วิเคราะห์โจทย์หรือสถานการณ์ว่าต้องการหาอะไร แล้วเขียนออกมาในรูปสัญลักษณ์ของค่านั้น
- 3) พิจารณาว่าโจทย์หรือสถานการณ์นั้น กำหนดอะไรมาให้บ้าง

ขั้นที่ 2 วางแผน

- 1) เลือกสูตร สมการที่สัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ให้หาและที่โจทย์กำหนด เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น
- 2) แทนค่าข้อมูลตามสัญลักษณ์ในสูตรหรือสมการ

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานตามแผน

คำนวณหาคำตอบที่แทนค่าในสูตรหรือสมการ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วเขียนตอบคำถามทวนโจทย์หรือสถานการณ์

4. บทบาทของครูและนักเรียน

Polya (1975, pp. 10–15) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการแก้ปัญหาว่างานที่สำคัญที่สุดของครู คือการช่วยเหลือนักเรียนในขณะที่แก้ปัญหาและต้องการความช่วยเหลือในการแก้ปัญหานักเรียนต้องการเวลาในการคิด พิจารณา วิเคราะห์คำถาม หาคำตอบและ

ตรวจสอบคำตอบ บทบาทครูในการแก้ปัญหาจึงเป็นเรื่องสำคัญและมีข้อคำนึงในการเตรียมการสอนแก้ปัญหา ดังต่อไปนี้

1. ในการเตรียมการสอนการแก้ปัญหา

1.1 ก่อนการแก้ปัญหา

1.1.1 ควรอธิบายให้มองเห็นความสำคัญของการอ่านโจทย์ปัญหา อ่านโจทย์อย่างระมัดระวัง คิดในขณะที่อ่านและให้ความสนใจกับคำหรือข้อความที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

1.1.2 ควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจกับข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาและพยายามทำความเข้าใจในแต่ละประโยคของโจทย์

1.1.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า น่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา และในกรณีที่นักเรียนตอบผิด ครูควรให้กำลังใจและให้เวลานักเรียนคิด

1.1.4 ควรทดลองแก้โจทย์ปัญหานั้นก่อน เตรียมคำถามและวิธีการที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

1.2 ระหว่างการแก้โจทย์ปัญหา

1.2.1 ควรตระหนักในจุดอ่อนของนักเรียนในการแก้ปัญหา

1.2.2 ช่วยเสนอแนะวิธีแก้ปัญหาในกรณีที่นักเรียนมีปัญหาทำไม่ได้

1.2.3 ช่วยกระตุ้นให้ใช้วิธีการคิดที่แตกต่างจากวิธีที่ใช้

1.2.4 ให้ตรวจทานงานที่ทำหลังจากเสร็จแล้ว

1.3 หลังการแก้ปัญหา

1.3.1 ควรเปิดโอกาสให้แสดงวิธีทำ อธิบายแนวคิดตลอดจนบอกคำตอบ

1.3.2 ควรถามว่านักเรียนใช้ความรู้อะไรในการแก้ปัญหา

2. ในการปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน มีดังนี้

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา แล้วถามคำถามว่านักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาเพียงใด โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ต้องการอะไร ในกรณีที่ทำงานเป็นกลุ่มสมาชิกในกลุ่มอาจจะช่วยกันตั้งคำถามเพื่อให้เป็นโจทย์ปัญหานั้น นอกจากนี้อาจจะเปลี่ยนปัญหาเป็นคำพูดของตัวเอง

2.2 การวางแผนในการแก้ปัญหา ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ปัญหา และถามว่าเคยเห็นโจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเคยใช้วิธีใดโดยบอกยุทธวิธีการแก้ปัญหานั้น

2.3 การดำเนินงานตามแผน เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาแล้ว ควรได้รับการกระตุ้นจากครูให้ลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าแผนที่วางไว้ใช้ไม่ได้ ควรกระตุ้นให้ใช้วิธีใหม่และให้คำแนะนำในกรณีที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือ

2.4 การตรวจสอบผลลัพธ์ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญในการแก้ปัญหา เพราะเป็นการตรวจสอบความเข้าใจความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบที่ได้และให้อธิบายวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาซึ่งจะมีหลายวิธี

ทิวาพร สกุลธูธา (2552, หน้า 34) กล่าวไว้ว่า บทบาทของครูในการเตรียมการสอนตามกระบวนการแก้ปัญหาของเทคนิคโพลยา มีทั้งการเตรียมตัวก่อนการสอนคือ ก่อนการแก้ปัญหา ระหว่างการแก้ปัญหาและหลังการแก้ปัญหา อีกทั้งในระหว่างการปฏิบัติการสอนควรมีการเตรียมตัวใน 4 ขั้นตอน คือ ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญห การดำเนินการตามแผนและการตรวจสอบผล/คำตอบ

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนของโพลยา เป็นรูปแบบการสอนและขั้นตอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการทำงานกลุ่ม การมีทักษะในการคิด วิธีการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจโจทย์เข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวกับสัญลักษณ์ การวิเคราะห์สถานการณ์ สามารถตรวจสอบคำตอบของโจทย์ที่ได้จากกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพในสังคมปัจจุบันได้ จึงนับว่ารูปแบบการสอนของโพลยา เป็นรูปแบบการสอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและทำให้นักเรียนเกิดทักษะดังกล่าวได้ ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กล่าวถึงการออกแบบการเรียนการสอนตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะที่พึงประสงค์ และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน แล้วจึงพิจารณาออกแบบการเรียนรู้ โดยเลือกใช้รูปแบบการสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องมีการวางแผนก่อนทุกครั้ง ที่เรียกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 205) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

สำลี รักสุทธี (2553, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นแผนหรือโครงสร้างที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อการปฏิบัติการสอนในวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 305) ให้ความหมายของแผนการสอนว่าหมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรืออีกความหมายหนึ่ง หมายถึง แผนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นจากคู่มือครูหรือแนวการสอนของกรมวิชาการ ทำให้ผู้สอนทราบว่าสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

วันชัย แยมจันทร์ฉาย (2554, หน้า 26) กล่าวสรุปไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้หมายถึง การวางแผนล่วงหน้าเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดทำเป็นเอกสาร เนื้อหาความรู้ สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมและการประเมินผล

นงนุช พระวงศ์ (2554, หน้า 24) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนที่เป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้าอย่างละเอียดเป็นระบบ เพื่อเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีจุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดประเมินผลอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนบรรลุผลสู่จุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศรีประภา แจ่มไธสง (2555, หน้า 32) ได้สรุปว่าแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหา มาตรฐานรายวิชา และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชา รายปีหรือรายภาค และหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

นรรีชต์ ฝืนเชียร (ออนไลน์, 2561) กล่าวว่า แผนการสอนหรือแผนจัดการเรียนรู้คือ เครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนในทุกๆระดับชั้น เปรียบเสมือนแผนที่นำทางที่ช่วยให้ครูสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนได้เหมาะสม ตรงตามเป้าหมายและมีประสิทธิภาพ

จากการให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดทำขึ้น เปรียบเสมือนแผนที่นำทาง ที่ช่วยให้ครูสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนได้เหมาะสม โดยมีการเลือกใช้รูปแบบการสอน/เทคนิคการสอน ให้เหมาะสมกับผู้เรียน มีการใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผล ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยวิเคราะห์จากมาตรฐาน ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ที่จัดทำ กำหนดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

วิลลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 26) ได้สรุปความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนวิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง
 2. ช่วยให้ครูมีสื่อการสอนที่ทำด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตรและสอนได้ทันเวลา
 3. เป็นผลงานวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างได้
 4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้สอนแทนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้
- นงนุช พระวงค์ (2554, หน้า 26) ได้สรุปความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียน ซึ่งทำให้เกิดความมั่นใจและความพร้อมในการดำเนินกิจกรรม ครูมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ได้ทราบว่า จะจัดการเรียนรู้เรื่องอะไร ใช้เวลาเท่าใด เพื่อจุดประสงค์ใด จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีใดและการวัดประเมินผลจะใช้วิธีใด

ศรีประภา แจ้งโรสง (2555, หน้า 33) ได้สรุปว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนของครู ทำให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนการสอนของแต่ละเนื้อหาและมีประสิทธิภาพ ทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหมายส่งผลให้เกิดทักษะการเรียนรู้กับผู้เรียนนำไปใช้จริงได้

อาดัม ยูโซะ (2557, หน้า 99) ได้สรุปความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ครูมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี มีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปด้วยความระเบียบเรียบร้อย
2. ทำให้ครูมีคู่มือหรือเอกสารต่าง ๆ ประกอบการสอนเป็นแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า

3. ครูสามารถกำหนดกรอบหรือทิศทาง วิธีการสอน รูปแบบการสอนว่า ต้องการให้มีผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเป็นอย่างไร ทำให้ครูมีความมั่นใจและสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ครูมีความกระตือรือร้นในการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในการนำมาใช้ประกอบการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย
5. ครูใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การสอน รูปแบบการสอนต่าง ๆ กับเพื่อนร่วมงานในองค์กรเพื่อปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น
6. ทำให้ครูผู้สอนมีเอกสารไว้ให้แนวทางแก่ผู้ที่เข้าสอนแทนในกรณีจำเป็น เมื่อผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนเองได้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วอย่างต่อเนื่อง
7. ครูมีผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญสำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น จนเกิดความภาคภูมิใจและสร้างชื่อเสียงให้กับนักเรียน ตนเอง สถานศึกษา
8. สถานศึกษา หรือหน่วยงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องมีผลงานทางวิชาการ มีความพร้อมในการรับการประเมินในระดับต่าง ๆ และสร้างเครือข่ายสังคมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างองค์กรต่าง ๆ
9. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน
10. สามารถนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาดำเนินการทำการวิจัยในชั้นเรียน เพื่อแก้ปัญหานักเรียนที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนได้
11. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการจัดการเรียนการสอน เพื่อแสดงความก้าวหน้าที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

จากความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นงานสำคัญของครูผู้สอน การเรียนการสอนจะประสบผลสำเร็จด้วยดีหรือไม่ มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นสำคัญประการหนึ่ง ช่วยให้ครูจัดการเรียนรู้ได้อย่างมั่นใจ และยังเป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล การบันทึกปัญหาและอุปสรรคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

3. รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้มีหลายรูปแบบ ซึ่งครูผู้สอนสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมของสถานศึกษา ท้องถิ่นหรือตัวผู้เรียน ที่จะทำให้นำไปสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ตามรูปแบบที่หน่วยงานและนักการศึกษาได้กำหนด ไว้ดังนี้

ประจวบจิตร์ คำจัตรัส (2550, หน้า 6-7) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ 8 ส่วน ได้แก่

1. ชื่อวิชาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ ระดับชั้น ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และระยะเวลาที่สอน
2. สาระการเรียนรู้หรือหัวเรื่อง เป็นการเขียนระบุเนื้อหาของบทเรียนหรือเรื่องที่จะสอน การเรียงลำดับสาระการเรียนรู้หรือหัวเรื่อง จะต้องจัดลำดับตามเนื้อหาที่ต้องการก่อน-หลัง และตามลำดับความยากง่าย
3. สาระสำคัญหรือมโนคติ เป็นการเขียนหัวข้อเรียงลำดับตามสาระการเรียนรู้หรือหัวข้อเรื่องหรือเขียนเป็นความเรียง โดยระบุเฉพาะส่วนที่แก่นของบทเรียนนั้น
4. จุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นการระบุความคาดหวังที่แสดงพฤติกรรมของผู้เรียนที่คาดหวังหลังจบบทเรียน ซึ่งต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติ เขียนเป็นข้อ ๆ เรียงลำดับตามหัวข้อสาระการเรียนรู้
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นการเขียนรายการวัสดุ อุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้นั้น
7. การประเมินผล เป็นการเขียนระบุวิธีการประเมินผล ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการประเมินผลทำได้หลายวิธี เช่น การให้ตอบคำถาม การสังเกต การปฏิบัติกิจกรรมหรือปฏิบัติการทดลอง การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม การตรวจสอบผลงานหรือผลการทดลอง การให้ทำแบบฝึกหัด การทดสอบ ทั้งนี้ต้องระบุชนิดของเครื่องมือและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินด้วย
8. หมายเหตุ เป็นการเขียนบันทึกปัญหาอุปสรรคที่พบ และข้อเสนอแนะที่ได้หลังจากการสอนเมื่อจบบทเรียนแล้วข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 307) ได้สรุปรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ไม่มีรูปแบบตายตัว ขึ้นอยู่กับหน่วยงานหรือสถานศึกษา แต่ละแห่งจะกำหนด อย่างไรก็ตามลักษณะส่วนใหญ่ของแผนการจัดการเรียนรู้จะคล้ายคลึงกัน ซึ่งสรุปได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบเรียงหัวข้อ รูปแบบนี้จะเรียงตามลำดับก่อนหลังโดยไม่ต้องตีตารางให้ความสะดวกในการเขียน แต่มีส่วนเสียคือยากต่อการดูให้สัมพันธ์กันในแต่ละหัวข้อ
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายหรือเรียงหัวข้อ เป็นรูปแบบที่เขียนเรียงลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นเชิงบรรยาย โดยไม่ระบุชัดเจนว่านักเรียนทำอะไร
3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งตาราง รูปแบบนี้จะเขียนเป็นช่อง ๆ ตามหัวข้อที่กำหนดแม้ว่าต้องใช้เวลาในการตีตารางแต่ก็สะดวกต่อการอ่าน ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละหัวข้อ

ลาวัลย์ วิทยาวุฒิกุล, วลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา, อรรถพล อนันตวรกุล, รพีพรรณ เอกสุภาพันธ์ และอุจน์จิต นาคนคร (2553, หน้า 223-227) ได้นำเสนอรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....	
กลุ่มสาระการเรียนรู้.....	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....
รหัสวิชา.....วิชา.....	เรื่อง.....
เวลา.....	ผู้สอน.....
.....	

1. มาตรฐานการเรียนรู้
2. ตัวชี้วัด
3. สาระสำคัญ
4. สาระการเรียนรู้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 5.1 ด้านความรู้ (A)
 - 5.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)
 - 5.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้
7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้
8. กระบวนการวัดและประเมินผล
 - 8.1 วิธีการวัดและประเมินผล
 - 8.2 เครื่องมือการวัดและประเมินผล
 - 8.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล
9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
 - 9.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 9.2 ปัญหา/ข้อเสนอแนะ
 - 9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

10. ความคิดเห็นของผู้บริหารหรือผู้ได้รับมอบหมาย

หมายเหตุ รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถปรับได้ตามความเหมาะสมและจำเป็น

โรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง (2560, หน้า 1) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1. แบบวิเคราะห์ตัวชี้วัด เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา
2. คำอธิบายรายวิชา
3. โครงสร้างรายวิชา
4. แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย
5. บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายคาบ
6. เครื่องมือวัดและประเมินผล/เกณฑ์ ประกอบการประเมินที่ครู

ออกแบบเอง

- แบบวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์พร้อมเกณฑ์ (ประเมิน KPA)
- แบบวัดและประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- แบบวัดและประเมินผลสมรรถนะสำคัญ

7. ใบงาน เอกสารประกอบการสอน/แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน/

แบบทดสอบเก็บคะแนน

โรงเรียนกำแพงดินพิทยาคม (2560, หน้า 8) ได้นำเสนอรูปแบบ
แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

กลุ่มสาระการเรียนรู้..... วิชา.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่..... ภาคเรียนที่.....

ชื่อหน่วยที่.....เรื่อง.....

ชื่อแผน..... เวลา..... ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

1. สาระสำคัญ
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
3. สาระการเรียนรู้
4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์
6. กิจกรรมการเรียนรู้
7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้
8. การวัดและประเมินผล
9. ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย
10. บันทึกผลหลังสอน

นรรีชต์ ฝันเชียร (ออนไลน์, 2561) การจัดทำแผนการสอนนั้น ครูผู้สอน
จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของหลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษา
อย่างถ่องแท้ เพื่อให้สามารถออกแบบแผนการสอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน ซึ่งจะ
เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการศึกษาทั้งกับตัวผู้เรียนและตัวครูผู้สอนเอง โดยองค์ประกอบ
ที่สำคัญของการออกแบบแผนการสอนนั้น จะต้องประกอบด้วย

1. หัวเรื่อง คือ ส่วนที่ต้องกำหนด ชื่อของเรื่องหรือหน่วยการเรียนรู้
ชั้นที่สอนและเวลาที่ใช้สอน

2. สาระสำคัญ คือ มโนทัศน์หลักหรือความคิดรวบยอดของการจัดการ
เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งกำหนดเป็นภาพกว้างให้เห็นการเชื่อมโยงข้อมูลของสิ่งที่กำลังจะสอน

3. มาตรฐานและตัวชี้วัด คือ คุณลักษณะสำคัญของผู้เรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะหยิบยกมาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและคาดว่าจะเกิดกับผู้เรียน ซึ่งการที่ลักษณะของผู้เรียนเป็นไปตามมาตรฐานและตัวชี้วัดนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง และส่วนที่เพิ่มเติมให้หลักสูตรสถานศึกษา

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับตัวผู้เรียน หลังจากที่เราได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ได้วางไว้แล้ว โดยในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้จะต้องเกิดจากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5. สารการเรียนรู้ คือ เนื้อเรื่อง หรือองค์ความรู้ ทักษะกระบวนการของผู้เรียนที่จะต้องเรียนรู้ในรายวิชานั้น ๆ

6. การบวนการเรียนรู้ คือ การระบุกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ชี้นสอนและขั้นสรุป

7. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้ คือ เครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้ตามที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนรู้

8. การวัดและประเมินผล คือ การประเมินผลผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งควรระบุเครื่องมือวัดและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งสามารถศึกษาได้จากคู่มือหลักสูตร

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ คือ การบันทึกของครูผู้สอนจากสิ่งที่พบในการนำแผนจัดการเรียนรู้มาใช้ โดยแบ่งเป็นผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

จากรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สารสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายและบันทึกผลหลังสอน โดยยึดหลักว่าต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4. ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้

วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนวิชาการ (2557, หน้า 2) ได้สรุปขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรจากคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์และมาตรฐานรายวิชา เพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้และกำหนดเวลาในการสอนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2. จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรจากหน่วยการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ระดับการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย
 3. จัดทำตารางวิเคราะห์มาตรฐานสมรรถนะรายวิชาเพื่อวิเคราะห์เนื้อหา แล้วจัดเป็นแผนสมรรถนะหลักและสมรรถนะย่อย KSA (K = Knowledge) (S = Skill) (A = Attitude)
 4. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ (กิจกรรมการเรียนรู้) โดยเทคนิควิธีการสอนที่หลากหลายโดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 5. ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้
 6. บันทึกผลหลังการสอนเพื่อประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ หลังผ่านกระบวนการเรียนการสอนตามที่กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้
 7. การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้สอนจะประเมินในทุกครั้งที่ดำเนินการสอนเสร็จแล้วบันทึกไว้ส่วนบันทึกหลังการสอนในทุกสัปดาห์และนำไปปรับปรุงในการเรียนการสอนสัปดาห์ต่อไปหรือในการสอนภาคเรียนต่อไป
- จากขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มีขั้นตอนในการทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้
1. วิเคราะห์หลักสูตรจากคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์และมาตรฐานการเรียนรู้
 2. เลือกรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ นำหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้ว มาพิจารณาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
 3. ตั้งชื่อแผนตามสาระการเรียนรู้
 4. กำหนดเวลา ระบุระดับชั้น
 5. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีทีเลือกไว้ เขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน
 6. เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้แล้วเฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับหัวข้อสาระการเรียนรู้ กำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน
 7. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้รายปีเป็นรายละเอียดสำหรับนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 8. เลือกกิจกรรมและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม

9. เลือกสื่ออุปกรณ์สำหรับใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ที่เลือกมา เช่น รูปภาพ บัตรคำ

10. จัดทำลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงขั้นตอนการสอนตามธรรมชาติวิชา ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ควรคำนึงถึงการบูรณาการเทคนิคและกระบวนการเรียนรู้ รวมทั้งสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เข้าไว้ในแต่ละขั้นตอนด้วย

11. กำหนดการวัดและประเมินผลโดยระบุวิธีการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งที่เกิดระหว่างเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้และที่เกิดหลังจากการเรียนการสอน เมื่อจบแผนการเรียนรู้ โดยวิธีการวัดที่หลากหลายตามความเหมาะสม เช่น ปฏิบัติจริง การทดสอบความรู้ การทำงานกลุ่ม ฯลฯ

5. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 153-156) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า เมื่อครูทำการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เรื่องวิธีสอนหรือนวัตกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของสิ่งที่พัฒนา เพื่อที่จะมั่นใจในการนำไปใช้ต่อไป การหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีวิธีการ 2 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 พิจารณาจากผู้เรียนจำนวนมาก (ร้อยละ 80) สามารถบรรลุในระดับสูง (ร้อยละ 80) กรณีนี้เป็นนวัตกรรมสั้น ๆ ใช้เวลาน้อย เช่น ชุดการสอน 1 ชุด ใช้สอน 1 ชั่วโมง เป็นต้น เกณฑ์ 80/80 หมายถึง มีไม่ต่ำกว่า 80% ของผู้เรียน ที่ทำได้ไม่ต่ำกว่า 80% ของคะแนนเต็ม

แนวทางที่ 2 พิจารณาจากผลระหว่างดำเนินการและผลสิ้นสุดการดำเนินการ อยู่ในระดับสูง (เช่น ร้อยละ 80) กรณีใช้ในการสอนหลายครั้ง มีเนื้อหาสาระมาก (เช่น 3 บทขึ้นไป) มีการวัดผลระหว่างเรียน (Formative) หลายครั้ง เกณฑ์ 80/80 มีความหมาย ดังนี้

80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

80 ตัวหลัง เป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E_2)

การหาประสิทธิภาพใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่สอบได้ของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคน}} \times 100$$

ประสิทธิภาพจึงเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

ซึ่งต้องมีค่าสูงจึงมีประสิทธิภาพได้ กรณีใช้ร้อยละ 80

80 ตัวแรก ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ เกิดจากการนำเอาคะแนนที่สอบได้ระหว่างดำเนินการ (ระหว่างเรียน) มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม เกิดจากการนำคะแนนจากการวัดโดยรวมเมื่อสิ้นสุดการสอนหรือการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 วิเคราะห์จากสูตร ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่สอบได้ของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคน}} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพของผลโดยรวม} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่สอบได้ของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคน}} \times 100$$

ทัชสน พุฒเศรษฐี (2553, หน้า 3) ได้กล่าวถึง การประเมินการสอนหรือที่เรียกว่า การหาประสิทธิภาพของการสอน มี 2 แนวทาง คือ

1. การทดสอบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
2. การใช้เกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2

เกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการประเมินในกระบวนการเรียนการสอนกับคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งสุดท้าย (Final) หลังจากเรียนจบเรื่องหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแต่ละข้อ ถ้าเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนเก่ง ควรตั้งเกณฑ์ที่ 90/90 ส่วนนักเรียนที่ค่อนข้างอ่อนควรใช้เกณฑ์ 70/70 หรือ 80/80 แล้วแต่ความยากง่ายของสาระ

E_1 เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดในห้องที่เก็บจากกิจกรรม เช่น ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย ในระหว่างเรียนเรื่องนั้น ๆ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือจุดประสงค์นั้น ๆ สูตรที่ใช้ คือ

$$E_1 = \frac{\bar{X}_1}{N_1} \times 100$$

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน

\bar{X}_1 คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งหมด

N_1 คือ คะแนนเต็มที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน

E_2 เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังเรียนหรือสอบครั้งสุดท้ายของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือจุดประสงค์นั้น ๆ สูตรที่ใช้ คือ

$$E_2 = \frac{\bar{X}_2}{N_2} \times 100$$

E_2 คือ ประสิทธิภาพของการเรียนการสอนหลังจากเรียนจบ

\bar{X}_2 คือ คะแนนเฉลี่ยสอบครั้งสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมด

N_2 คือ คะแนนเต็มของการสอบครั้งสุดท้าย

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประการหนึ่ง คือ เน้นให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ผลจากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดที่สมเหตุสมผล ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

การแก้โจทย์ปัญหานับว่าเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งต่อการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่ต้องอาศัยหลักการ วิธีการ สูตร หรือสมการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยมีนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์ได้ศึกษาและวิจัยถึงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ได้สรุปออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

Polya (1973, pp. 33-34 อ้างถึงใน พูนศรี อภรณ์รัตน์, 2548, หน้า 41-42) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาให้เป็นภาษาของตนเอง สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร อะไรคือเงื่อนไขและถ้าจำเป็นจะต้องใช้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนจะต้องเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจหลาย ๆ แง่มุม ต้องเข้าใจว่า อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล และเงื่อนไขคืออะไร เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอหรือไม่และสามารถแยกเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ ได้หรือไม่ จนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ไขปัญหา (Devising a Plan) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหา มีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร โดยนักเรียนจะต้องนึกทบทวนความรู้ของตนเองว่ามีความรู้ อะไรบ้างแล้ว ความรู้นั้นสัมพันธ์กับปัญหานั้นอย่างไร ในการวางแผนนั้นควรแบ่งเป็นขั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ก่อน และในขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ นอกจากนี้ในขั้นนี้ นักเรียนต้องมองเห็นว่าถ้าเขาต้องการรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อที่จะได้สิ่งนั้นมาตามต้องการ โดยหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้โดยอาศัยหลักการ ดังนี้

1. เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือเคยพบปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหานี้ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่
2. รู้ว่าปัญหาสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่ และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานี้หรือไม่
3. พิจารณาในสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา และพยายามนึกถึงปัญหาที่คุ้นเคยที่มีสิ่งไม่รู้อยู่หรือคล้ายกับปัญหานี้ และพิจารณาว่าจะใช้วิธีแก้ปัญหานี้มาใช้กับปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่
4. ควรอ่านปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์ว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือทำตามแผน (Carrying Out Plan) เป็นขั้นของการลงมือดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่น่าเรียนต้องใช้ในขั้นนี้คือ ทักษะการคำนวณ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking Back) เป็นการตรวจสอบขั้นตอนแต่ละขั้นตอนที่ใช้แก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ โดยพิจารณากระบวนการในการแก้ปัญหเพื่อทำความเข้าใจและตรวจสอบคำตอบหาคำตอบที่ถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 7) ได้กำหนดกระบวนการแก้ปัญหไว้ 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. หาวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญห เช่น ใช้ของจริง การเขียนภาพ การเขียนรายการที่สำคัญของปัญหา คิดตามเหตุผล
3. ลงมือแก้ปัญหตามวิธีการที่คิดไว้ว่าได้ผล ถ้าไม่ได้ผลก็ลองหาวิธีใหม่จนได้คำตอบ
4. ตรวจสอบคำตอบ

ทิตนา แชมมณี (2548, หน้า 126) ได้กล่าวถึงกระบวนการที่ใช้คิดหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีขั้นตอนย่อย ๆ คือ แปลโจทย์ในเชิงภาษา หาวิธีแก้ปัญหโจทย์ วางแผนปฏิบัติตามขั้นตอนและตรวจสอบคำถาม ดังนั้นจึงพอสรุปถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญห การบวก การลบ การคูณ หรือการหาร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ หรือการคิดคำนวณหาคำตอบ
นั่นเอง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ว่าถูกต้องหรือไม่
จากขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สรุปเป็นขั้นตอน
กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา (Understanding the problem) นักเรียนอ่าน
โจทย์ปัญหาแล้วบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีทั้งหมดคืออะไรบ้างและสิ่งที่โจทย์ต้องการ
ทราบคืออะไร

ขั้นที่ 2 วางแผน (Devising a plan) นักเรียนบอกสูตรหรือสมการ
การคำนวณที่จะได้มาซึ่งคำตอบ มีการวางแผน ทำตามขั้นตอน ทำอะไรก่อน-หลัง และเปลี่ยน
จากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานตามแผน (Carrying out the plan) นักเรียน
คำนวณหาคำตอบพร้อมทั้งแสดงวิธีทำ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน (Looking back) นักเรียนระบุคำตอบ
และตรวจสอบคำตอบ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
พบว่า มีการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในงานวิจัย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544, หน้า 42) วัดความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหา โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย
โดยกำหนดสถานการณ์ในรูปโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
และให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ
1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน 4) การตรวจสอบ

จิราภรณ์ เป็งวงศ์ (2545, หน้า 40) วัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก แบบทดสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ
เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อย
ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นค้นพบความจริง ขั้นค้นพบปัญหา
ขั้นค้นพบความคิด ขั้นค้นพบคำตอบ และขั้นค้นพบการยอมรับ

สถาปนา เกษมศิลป์ (2546, หน้า 75) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของดิวอี้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตรวจสอบ และขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ตามรูปแบบการสอนของโพลยา ลักษณะแบบทดสอบมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบ

จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ หรือบางครั้งใช้คำว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า จิตวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 134) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นจิตสำนึกหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 106) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วาชีนี บุญญาพวงค์ (2552, หน้า 32) ได้สรุปว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่แสดงออกต่อเนื้อหาวิชา ซึ่งเกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้จากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 6) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

2. ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์

เพลินตา น้ำใจดี (2554, หน้า 62-63) ได้กล่าวสรุปว่า ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะช่วยเอื้ออำนวยแสวงหาความรู้ได้อย่างดี โดยเกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น หมายถึงนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็น ชอบซักถาม ชอบริเริ่ม และสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ รวมทั้งพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม หมายถึง การยอมรับผลการกระทำของตนเองและมีความตั้งใจในการทำงานให้ประสบผลสำเร็จ แม้ว่าจะต้องใช้เวลามากหรือมีปัญหา/อุปสรรคมาก
3. ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะที่เชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุ ไม่เชื่อโชคลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม

4. ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปทันที และมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์

5. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เชื่อถือบุคคลที่นำผลงานของผู้อื่นมาเสนอเป็นผลงานของตนเอง รวมถึงการกระทำในเรื่องต่าง ๆ ต้องทำด้วยความสุจริต

6. ความประหยัด หมายถึง คุณลักษณะในด้านการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และหมั่นตรวจตรารักษาซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ รวมทั้งเห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้

7. ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความเต็มใจและกล้าที่จะร่วมแสดงเหตุผล ความคิดของตนเองต่อสาธารณชนหรือกลุ่ม รวมทั้งรับฟังเหตุผล ข้อโต้แย้ง หรือคำวิจารณ์ของผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณ

8. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความตั้งใจ ความรับผิดชอบ ความคิดริเริ่ม ความเสียสละ และมีความสุขในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้ทำงานสำเร็จตามแผนและวัตถุประสงค์ เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน รวมทั้งผลงานที่ได้ต้องเป็นผลงานที่มีคุณค่าและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 149-151) ได้อธิบายถึงลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความต้องการที่จะรู้หรือปรารถนาที่จะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ตนสนใจหรือต้องการค้นพบสิ่งใหม่ ซึ่งผู้มีความอยากรู้อยากเห็นจะแสดงออกโดยการถามคำถาม หรือมีความสงสัยในสิ่งที่ตนเองสนใจอยากรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนเองสนใจ

2. ความมีเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบความถูกต้องและการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอและอย่างมีเหตุผล ก่อนที่จะยอมรับหรือให้คำอธิบายใด ๆ

3. ความใจกว้าง หมายถึง การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ยินดีที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมตามเหตุผลข้อเท็จจริง โดยไม่ยึดมั่นในแนวความคิดของตน เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4. ความซื่อสัตย์ หมายถึง การนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง การสังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ ไม่นำสภาพสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

5. ความพยายามมุ่งมั่น หมายถึง ความตั้งใจแน่วแน่ต่อการค้นหาความรู้ ไม่ท้อถอยเมื่อผลการทดลองล้มเหลวหรือมีอุปสรรค ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ หรือดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุด หรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ

6. ความรอบคอบ หมายถึง ความสามารถในการใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นจริงทันที ถ้ายังไม่มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

7. ความรับผิดชอบ หมายถึง ความมุ่งมั่นภายในจิตใจที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่ให้สำเร็จด้วยดี และตระหนักถึงผลของงานที่จะส่งผลกระทบต่อสังคม มีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามความคาดหวัง

8. ความร่วมมือช่วยเหลือ หมายถึง การใช้ทักษะทางสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น เพื่อความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม หรือการทำงานใดงานหนึ่งให้ดำเนินไปจนบรรลุจุดหมาย

9. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความกล้าที่จะแสดงความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความช่างสงสัย และไม่ยอมรับแนวคิดแนวทางปฏิบัติของคนอื่น ซึ่งนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่

10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อารมณ์หรือความรู้สึกนึกคิดที่ดีเกี่ยวกับความสนใจ ความเชื่อ การมีคุณธรรมจริยธรรม การยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมหรือตัวนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

10.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์

10.2 การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

10.3 ความเชื่อถือและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.4 คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ทองหยด อัมพันศิริ (2555, หน้า 61-62) ได้สรุปว่า ผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ จะมีคุณลักษณะและพฤติกรรม ดังนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง ความต้องการที่จะรู้โดยการเสาะแสวงหา ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งจะแสดงออกโดยชอบสงสัย ในสิ่งที่ตนเองสนใจอยากรู้ มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนเอง สนใจ ชอบค้นคว้า ทดลองเพื่อหาความรู้

2. ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ หมายถึง ตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหา ความรู้ ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือเมื่อพบความล้มเหลวก็จะทำการทดลองจนกว่าจะได้คำตอบ มีการคิดไตร่ตรองก่อนการตัดสินใจ

3. ความซื่อสัตย์ ประหยัด หมายถึง การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ตามความเป็นจริง โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ กล่าวหาในการนำเสนอข้อมูลตาม ความจริงตามผลที่ได้จากการพิสูจน์ ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตน และรักษาซ่อมแซม สิ่งที่ชำรุดให้สามารถใช้งานได้ เห็นคุณค่าของวัสดุอุปกรณ์ เลือกใช้และใช้อย่างประหยัด

4. การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น คือ แสดงความคิดเห็นต่อกลุ่ม ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และชอบที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติมตามเหตุผล โดยไม่ยึดมั่นในแนวความคิดของตนเอง

5. ความมีเหตุผล คือ ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และมีข้อสนับสนุน

6. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ หมายถึง เต็มใจที่จะทำงาน ร่วมกับผู้อื่น เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับ มอบหมายจากกลุ่มและเห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น

สุวิมล อินทร์บริสุทธิ์ (2556, หน้า 54) ได้สรุปว่า ลักษณะของบุคคล ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ มีความอยากรู้อยากเห็น มีเหตุผล มีความใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ มีความพยายามมุ่งมั่น มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีความร่วมมือช่วยเหลือ มีความสร้างสรรค์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ บุคคลใดที่มีลักษณะดังที่กล่าวจะเป็น ผู้มีจิตวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คุณลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ มีความอยากรู้อยากเห็นหรือสนใจใฝ่รู้ เสาะแสวงหาความรู้ มีความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ มีเหตุผล ใจกว้าง มีความรับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์ ประหยัด ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ บุคคลใดที่มีลักษณะดังที่กล่าวจะเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 8 ด้าน คือ

1. ด้านความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง มีความชอบ อยากรู้อยากเรียนรู้อะไร และสนใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่รอบตัว เมื่อเกิดข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจจะซักถามผู้รู้หรือศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม และเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ทุกครั้งเมื่อมีโอกาส
2. ด้านความรับผิดชอบ หมายถึง ส่งงานที่ได้รับมอบหมายตรงต่อเวลา ล้างวัสดุอุปกรณ์กลุ่มของตนเองเมื่อทำการทดลองเสร็จ แม้จะเกิดปัญหาหรืออุปสรรคใดขณะทำการทดลองนักเรียนจะทำต่อจนได้ผลการทดลองและสรุปผล ยอมรับผลของการกระทำของตนเอง ทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย
3. ด้านความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม หมายถึง ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย แม้ว่างานที่มอบหมายจะมีความซับซ้อน เมื่อเจอปัญหาและอุปสรรคในขณะที่เรียนหรือทำการทดลองก็ไม่ย่อท้อ ดำเนินการแก้ปัญหาหรืออุปสรรคนั้นจนกว่าจะสำเร็จและได้คำตอบที่ถูกต้อง
4. ด้านความมีเหตุผล หมายถึง ยอมรับคำอธิบาย องค์ความรู้หรือข้อมูลข่าวสารใด ๆ เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอและมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อน
5. ด้านความมีระเบียบและรอบคอบ หมายถึง มีการวางแผนงาน จัดระบบการทำงาน และตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง สรุปผลการทดลองหรือองค์ความรู้ต่าง ๆ มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรองด้วยความรอบคอบ
6. ด้านความซื่อสัตย์ หมายถึง บันทึกผลและเสนอผลการทดลองตามความเป็นจริงโดยไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง ไม่ลอกผลการทดลองหรือแอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นของตนเอง
7. ด้านความประหยัด หมายถึง เห็นคุณค่าและใช้สารเคมีหรือวัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัด ระมัดระวังและรอบคอบ เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงาน ช่วยรักษาและซ่อมแซมเมื่อวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ชำรุด

8. ด้านความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น หมายถึง ยอมรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือความคิดเห็นของผู้อื่น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเอง พร้อมเปลี่ยนแปลงแนวความคิด เมื่อความคิดเห็นของผู้อื่นถูกต้อง

3. การวัดจิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งสังเกตเห็นได้ยากจึงมีผู้สนใจที่จะวัดจิตวิทยาศาสตร์ของบุคคลมากมาย แต่ก็เป็นไปได้เพียงการวัดโดยทางอ้อม เนื่องจากการวัดจิตวิทยาศาสตร์ เป็นเช่นเดียวกับการวัดเจตคติทั่วไป ซึ่งไม่สามารถวัดได้โดยตรง พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 63) ได้เสนอวิธีการวัดจิตวิทยาศาสตร์สรุปได้ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

1. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการสัมภาษณ์หรือการซักถามโดยตรง เป็นวิธีที่ผู้ถามจะสามารถทราบความรู้สึกหรือความคิดของผู้ตอบได้ตรงที่สุด ถ้าผู้ตอบตอบอย่างจริงใจและเปิดเผย ซึ่งเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการจะได้คำตอบที่แสดงออกถึงลักษณะนิสัยจริง ๆ ของบุคคลเป็นเรื่องยาก

2. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก เนื่องจากผู้สอนไม่สามารถจะสังเกตจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ แต่สามารถสังเกตเห็นได้จากพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาขณะที่เรียน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่บ่งบอกว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์มากหรือน้อยแม้ว่าการวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก จะได้ผลค่อนข้างตรงพอสมควรแต่ไม่สะดวก เนื่องจากต้องใช้เวลาและอาจมีอคติของผู้สังเกตเข้ามาเกี่ยวข้องอันอาจทำให้ผลคลาดเคลื่อนไป

3. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ในรูปแบบข้อเขียน การวัดจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบนี้ ทำโดยการสร้างข้อความมาแล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่ในระดับใด เครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์แบบข้อเขียนที่นิยมสร้างกัน มักจะเป็นรูปแบบของ Likert (Likert-type) และแบบของ Thurstone (Thurstone-type)

เพลิตตา น้ำใจดี (2554, หน้า 64) ได้สรุปว่า การวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้สึกทั้งทางบวกและทางลบ เป็นการวัดโดยทางอ้อม ซึ่งมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้ เพราะถามเกี่ยวกับความรู้สึก ความเชื่อ ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่แสดงออกต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีนักวิจัยเสนอเทคนิคการสร้างเครื่องมือไว้หลายแบบ ที่นิยมคือ คำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของ Likert

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 152-177)

การประเมินจิตวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมิน คือ การประเมินโดยบุคคลภายนอกและการประเมินตนเอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การประเมินโดยบุคคลภายนอก เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน โดยที่บุคคลภายนอกเป็นผู้ประเมิน ผ่านการสัมภาษณ์หรือการสังเกตพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก แล้วนำคำตอบหรือพฤติกรรมการแสดงออกที่สังเกตได้มาแปลความหมายหรือตัดสินการมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินโดยบุคคลภายนอก มีดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง

รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึงคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจากความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงของผู้เรียนเอง

1.2 การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก

เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทางตาและหู เพื่อรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมแสดงออกของบุคคลและจัดบันทึกลงในแบบบันทึกการสังเกตอย่างมีแบบแผน เพื่อนำผลการบันทึกมาตัดสินหรือสรุปผลในคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน

2. การประเมินตนเอง

เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน โดยการให้ผู้เรียนรายงานความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการตอบแบบสอบถามหรือแบบประเมินเชิงสถานการณ์ วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินตนเอง มีดังนี้

2.1 การใช้แบบสอบถาม

2.2 การใช้แบบประเมินเชิงสถานการณ์

สุประวีณ์ อุทปา (2558, หน้า 67) กล่าวว่า การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประเมินโดยการใช้แบบสอบถาม รายละเอียดดังนี้

การใช้แบบสอบถาม รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะคล้ายเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต แต่ในแบบสอบถามผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง โดยการสร้างข้อความหรือสถานการณ์คำถามเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดที่บ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วให้

ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่ หรือมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความหรือสถานการณ์นั้น ๆ ในระดับใด เครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามมีรูปแบบแตกต่างกัน ดังนี้

1. แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ

เป็นรูปแบบเครื่องมือที่ประกอบด้วยรายการข้อความคำถามที่เกี่ยวกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนที่ต้องการทราบว่ามีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง ด้วยการเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่งในสองคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความเป็นจริงของตนเอง เช่น ใช่ ไม่ใช่ หรือมี ไม่มี

2. แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า

รูปแบบของเครื่องมือมีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ แต่มีการกำหนดระดับความคิดเห็น ความรู้สึก หรือความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ให้ผู้เรียนประเมินเพื่อใช้ตอบคำถามได้ละเอียดมากกว่า เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยใช้แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามรูปแบบของ Likert

4. การสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

บุญส่ง นิลแก้ว (2541, หน้า 137) ได้กล่าวถึง วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามแนวของ Likert ไว้ดังนี้

1. สร้างข้อความที่เป็นการแสดงออกถึงเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษาให้มาก ๆ ข้อความและสร้างข้อความที่มีลักษณะที่เป็นการแสดงออกที่ดีและในทางที่ไม่ดีมีจำนวนเท่า ๆ กัน

2. นำข้อความที่สร้างแล้วพิมพ์เข้าชุด ให้กลุ่มตัวอย่างพิจารณาว่าเรามีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความอย่างไร เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แล้วให้คำตอบเพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อความ

3. นำผลลงความคิดเห็นของตัวอย่างแต่ละคนให้นำหน้าห้คะแนนรายชื่อให้คะแนน ดังนี้

คะแนน	ข้อความในทางบวก	ข้อความในทางลบ
5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
3	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ
2	ไม่เห็นด้วย	เห็นด้วย
1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. รวมคะแนนการตอบของแต่ละบุคคลในแต่ละทุก ๆ ข้อเข้าด้วยกันถือคะแนนเป็นรายบุคคล นำคำตอบของกลุ่มบุคคลดังกล่าวจัดเรียงลำดับคะแนนมากไปน้อย

5. นำคำตอบของกลุ่มบุคคลที่ได้คะแนนมาก จำนวน 25% ของคนทั้งหมดและคำตอบของกลุ่มบุคคลที่ได้คะแนนน้อย จำนวน 25% เช่นกันมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

6. คัดเลือกข้อความที่มีค่าที่ (t-test) ซึ่งแสดงว่าคำตอบของกลุ่มบุคคลทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างแท้จริง โดยใช้ค่าที่

7. นำข้อความที่คัดเลือกได้จากค่าที่ จัดเข้าชุดแบบวัดเจตคติ โดยนำมาเรียงลำดับข้อความจากค่าที่มากที่สุดตามลำดับ แบบวัดที่จะนำไปใช้ในการศึกษาควรมีจำนวนข้อความประมาณ 20-30 ข้อ

สมควร กุลาสา (2556, หน้า 191) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือการประเมินจิตวิทยาาสตร์ มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างเครื่องมือวัดคุณลักษณะจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียน ตามคุณลักษณะที่สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดนิยาม ตัวชี้วัด และพฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะจิตวิทยาาสตร์ที่ต้องการวัด

3. กำหนดรูปแบบของชุดเครื่องมือที่ใช้วัด

4. สร้างข้อคำถาม รายการที่ต้องการวัด ตามนิยาม ตัวชี้วัด และพฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะจิตวิทยาาสตร์ที่ต้องการวัด

5. สร้างเกณฑ์การประเมินเพื่อใช้กับเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพ็ญสุตา แข็งกลาง (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเดชอุดม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุภราชธานี เขต 5 พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับดี และนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 72.1 ซึ่งสูงกว่าตามเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนด้านจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 95.3 สูงกว่าตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริลักษณ์ นาไชย (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจำนวน 22 คน พบว่า 1) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักเรียนจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 72.72 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีนักเรียนจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สำคัญ บุญเกิด (2557, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เสียง และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 29.48 คิดเป็นร้อยละ 73.70

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ความคงทนในการเรียนรู้โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครั้งที่ 1 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครั้งที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้

5) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาชี ดรามาแม (2557, บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพิลึกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนจำนวน 30 คน พบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนพิลึกส์หลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยระดับพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง 3) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาโดยรวมแล้วอยู่ในระดับมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Billing (2002, p. 89) ได้ทำการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะในวิชาพิลึกส์ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาผลเป็นเวลา 5 ปี กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 28 คน การเก็บข้อมูลโดยใช้การสังเกต แบบทดสอบ และแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ นักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถสูงเท่ากับร้อยละ 85 โดยสรุปการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Harris, Fancia D. (2009, Abstract) ได้ศึกษาการใช้กลยุทธ์การเรียนการสอนแบบสืบเสาะในนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นเกรด 3 ในงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในชั้นเรียนเกรด 3 จำนวน 14 คน ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับนักเรียนเกรด 3 จำนวน 18 คน ที่เรียนด้วยการเรียนการสอนของครูผู้สอนแบบเดิม จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างทดลองและกลุ่มตัวอย่างควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่าคะแนนที่เพิ่มขึ้นของการทดสอบก่อนเรียนต่อการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทดลอง มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม

Ebrahim (2004, p. 1232-A) ได้ศึกษา ผลของการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับการสอนแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนรู้โดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 4 ชั้น กลุ่มควบคุม 55 คน เรียนแบบปกติ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

Orvik (2003, Abstract) ได้ศึกษา ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัย ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการสอนสืบเสาะหาความรู้ ให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ความสำคัญในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการทำงาน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักศึกษาใหม่ สาขาวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Cumo (1992, Abstract) ได้ศึกษา ผลการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ต่อการพัฒนาทางสติปัญญา ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 เขตชนบทรัฐโอไฮโอ พบว่า พัฒนาการด้านพุทธิพิสัย ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา พบว่า การจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สืบค้น เสาะแสวงหาความรู้ สำนวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการที่หลากหลาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผู้วิจัยเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และรูปแบบการสอนของโพลยา มาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร