

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้อุ้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.2 คุณภาพของผู้เรียน
 - 1.3 สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.5 การจัดการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.6 แนวการจัดการเรียนรู้อุ้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.7 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.8 แหล่งการเรียนรู้
2. จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้
 - 2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์
 - 2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์
3. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 3.1 ความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 3.2 ขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 3.3 ข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
 - 4.2 ขั้นตอนของการแก้ปัญหา
 - 4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของผู้เรียน แต่ละระดับชั้นให้ต่อเนื่องเชื่อมโยงตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ผู้เรียน ได้พัฒนาความคิด มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีรายละเอียดของการจัดสาระการเรียนรู้ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 ก, หน้า 3 – 12)

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สืบเสาะตรวจสอบ การทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบ ด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือ ให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

คุณภาพของผู้เรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนในกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล เพื่อให้การศึกษาศาสตร์บรรลุผลตามเป้าหมายที่กล่าวไว้ กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี ไว้ดังนี้

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน
3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ดาราศาสตร์และอวกาศ
4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่าย อินเทอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้
5. เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิต และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน
6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจ ใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
7. มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่
 - มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้และรักที่จะเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต
 - ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ
 - ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
 - แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพในสิทธิของผลงานที่ผู้อื่นและตนเองคิดค้นขึ้น
 - แสดงความซาบซึ้งในความงามและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในโรงเรียนและในท้องถิ่น

- ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้

และการทำงานต่าง ๆ

สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการ สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 สาระหลัก ดังนี้

- สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 พลังงาน
- สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ
- สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วย

- สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

การจัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จัดทำภายใต้กรอบมาตรฐานระดับประเทศ ที่แสดงถึงความคาดหวังที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต เป็นการสำรวจความถนัด ความสนใจ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในช่วงชั้นที่ 4 ผู้วิจัยจึงขอเสนอการจัดสาระการเรียนรู้เฉพาะช่วงชั้นที่ 4 ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546 ก, หน้า 31 – 34)

การจัดสาระการเรียนรู้สำหรับช่วงชั้นที่ 4

ในช่วงชั้นที่ 4 นักเรียนสามารถเลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจได้ จึงมีนักเรียนทั้งกลุ่มที่มีความถนัด และประสงค์จะเรียนต่อในระดับสูงในสาขาวิทยาศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ กับกลุ่มที่ประสงค์จะเรียนต่อในระดับสูงสาขาอื่น ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดสาระการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

สาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์จัดไว้แยกตามสาระ คือ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ โลก-ดาราศาสตร์และอวกาศ จะเรียนรายวิชาใดในภาคเรียนใดก็ได้ แต่ต้องจัดให้เรียนทุกชั้นปี

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ จัดสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์

2. นักเรียนที่มีความสามารถสูงทางวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนที่ไม่เน้นหนักทางวิทยาศาสตร์และจะศึกษาต่อทางด้านสังคมศาสตร์หรือด้านอื่นที่ไม่ต้องการใช้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากนัก ควรจัดวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมโดยจัดสาระที่สอดคล้องกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เน้นที่ชุมชน ท้องถิ่น หรือสาขาที่จะศึกษาต่อ

โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ม.4 - ม. 6 (รายภาค)

ประมาณ 6 หน่วยกิต ดังนี้

เคมี	1.5 หน่วยกิต
ชีววิทยา	1.5 หน่วยกิต
ฟิสิกส์	2 หน่วยกิต
โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ	1 หน่วยกิต

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ม.4 - ม. 6 (รายภาค)

1. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาควรจัดรายวิชาเพิ่มเติมอีกประมาณ 26 - 30 หน่วยกิต ดังนี้

ชีววิทยา

- ความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา 1.5 หน่วยกิต
- การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ 2.5 หน่วยกิต
- การดำรงชีวิตของพืช 1.5 หน่วยกิต
- พันธุศาสตร์ วิวัฒนาการและความหลากหลายทางชีวภาพ 2 หน่วยกิต

- ระบบนิเวศ 1.5 หน่วยกิต

เคมี

- โครงสร้างและสมบัติสาร 2 หน่วยกิต
- สถานะของสารและปริมาณสารสัมพันธ์ 1.5 หน่วยกิต
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาและสมดุลเคมี 2 หน่วยกิต
- ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีและอุตสาหกรรม 1.5 หน่วยกิต
- เคมีกับชีวิต 1.5 หน่วยกิต

ฟิสิกส์

- กลศาสตร์ 1 1.5 หน่วยกิต
- กลศาสตร์ 2 1.5 หน่วยกิต
- ของไหล ความร้อน คลื่นกล 1.5 หน่วยกิต
- แสง เสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 1.5 หน่วยกิต
- ไฟฟ้า แม่เหล็ก 2 หน่วยกิต
- อิเล็กทรอนิกส์ ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์ 1.5 หน่วยกิต

โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

- โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 1.5 หน่วยกิต

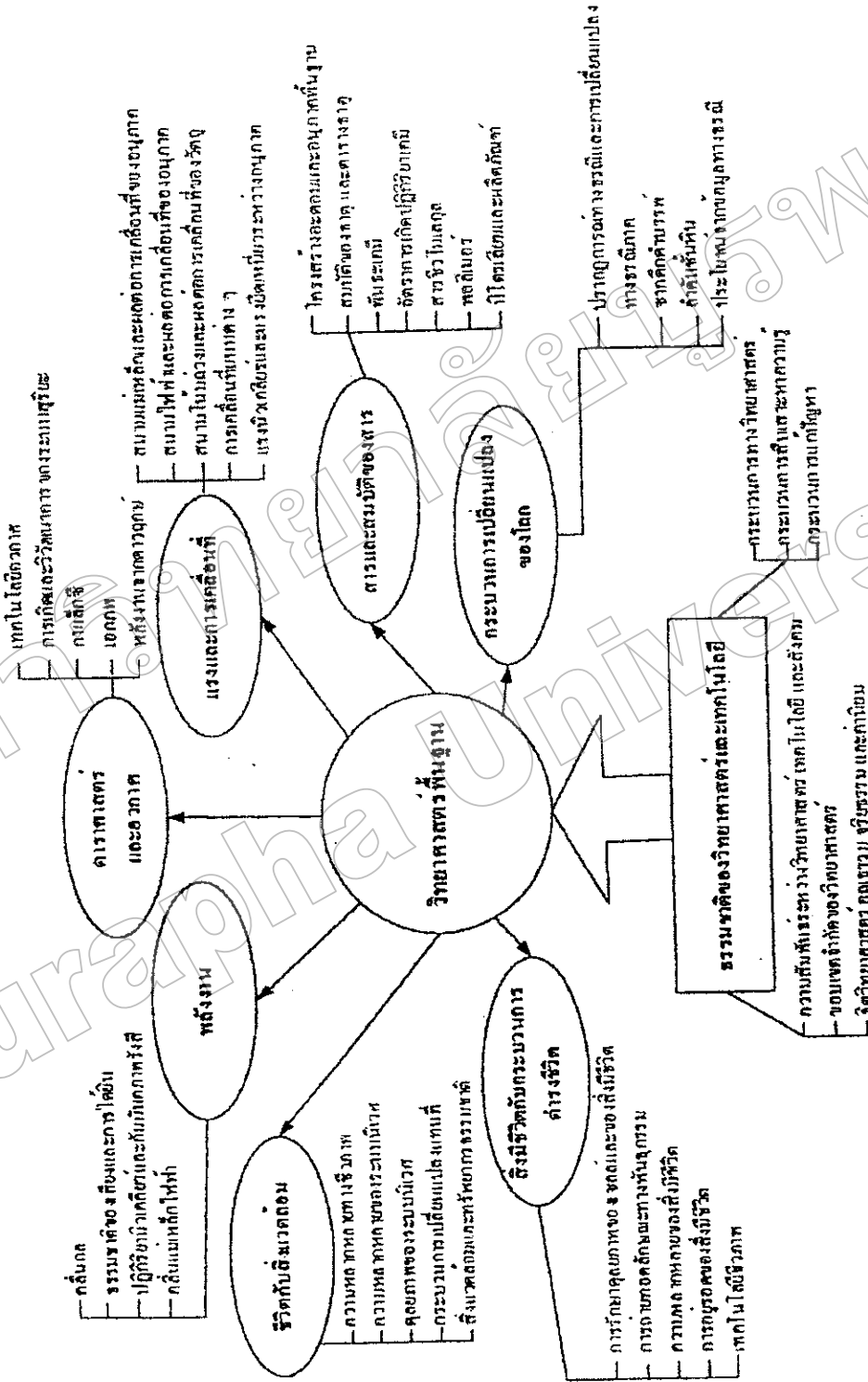
2. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่ไม่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาควรจัดรายวิชาเพิ่มเติมอีกประมาณ 3 - 4 หน่วยกิต (รายวิชาละ 1 - 1.5 หน่วยกิต) ดังนี้

- สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น
- ภูมิณีในท้องถิ่น
- เซรามิกส์
- ประมงชายฝั่ง
- เส้นใย
- สีย้อมจากวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น
- การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชท้องถิ่น
- นิเวศวิทยาเบื้องต้น

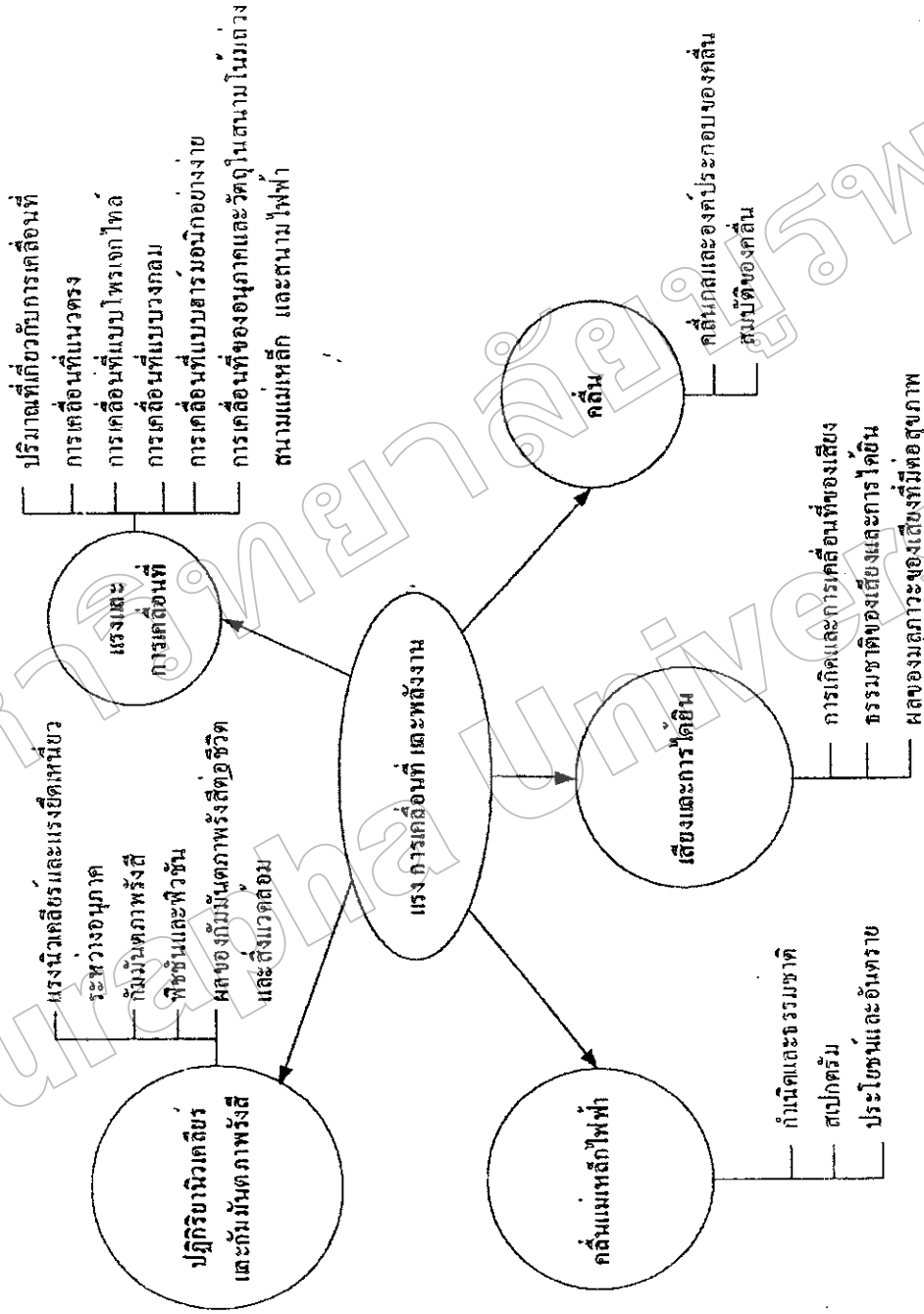
ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งอยู่ในช่วงชั้นที่ 4 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดสาระการเรียนรู้สำหรับช่วงชั้นที่ 4 และหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ จัดอยู่ในสาระเพิ่มเติม ในกลศาสตร์ 1 ตรงกับสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4

กรมวิชาการ (2546 ข, หน้า 16,19) ได้เสนอแนะผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 และผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ (ฟิลิกส์) ชั้น ม.4 – ม.6 ดังนี้



ภาพที่ 1 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ชั้น ม. 4 - ม. 6)



ภาพที่ 2 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้น ม. 4 - ม. 6

**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์รายภาค
ชั้น ม.4 – ม.6**

กรมวิชาการ (2546 ก, หน้า 159) ได้เสนอแนะผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้พื้นฐานของ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ไว้ ดังนี้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้

1. สํารวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาค หรือวัตถุในสนามโน้มถ่วงและการนำไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1-1)
2. สํารวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาค หรือวัตถุในสนามแม่เหล็กและการนำไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1-1)
3. สํารวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาค หรือวัตถุในสนามไฟฟ้าและการนำไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1-1)
4. วิเคราะห์ และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค (ว 4.1-2)
5. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง (ว 4.2-1)
6. คํานวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่ในแนวตรง (ว 4.2-1)
7. สํารวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการนำไปใช้ประโยชน์ (ว 4.2-2)
8. สํารวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการนำไปใช้ประโยชน์ (ว 4.2-2)
9. สํารวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการนำไปใช้ประโยชน์ (ว 4.2-2)

สาระการเรียนรู้พื้นฐาน สาระการเรียนรู้พื้นฐานของสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่มีดังนี้

1. การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอนุภาค หรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง
2. การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอนุภาค หรือวัตถุในสนามแม่เหล็ก
3. การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอนุภาค หรือวัตถุในสนามไฟฟ้า
4. การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของการเคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า

5. การวิเคราะห์เกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค

6. การทดลองและการคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง การกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

7. การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์

8. การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ ที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

แนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ ในกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึง วุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมที่ต่างกันที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน

การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด (กรมวิชาการ, 2546 ก, หน้า 216)

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 ข, หน้า 39 - 46)

1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลโดยตรงไปตรงมาและต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4. ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรมทั้งในด้านของวิธีการวัดโอกาสของการประเมิน

จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ คือ

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถ และทักษะได้เต็มตามศักยภาพ

2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด

3. เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้ และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

ในการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิธีการวัดและประเมินผล ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ควรให้การวัดและประเมินผลตามสถานการณ์จริง ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย ในการทำกิจกรรมต้องคำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนแต่ละคนอาจทำงานชิ้นเดียวกันเสร็จในเวลาที่แตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกัน ด้วยกิจกรรมที่ทำ และผลงานที่ได้ควรใช้วิธีประเมินที่มีความเหมาะสมแตกต่างกัน เพื่อช่วยให้ประเมินความรู้ ความสามารถ ความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริงของผู้เรียนได้ การวัด และประเมินผลตามสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน หลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ วิธีการที่ใช้ในการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ได้แก่ การสังเกตการแสดงผลออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน การสัมภาษณ์ บันทึกของผู้เรียน การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ แฟ้มผลงาน

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ ในการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนสามารถประเมินได้จาก การแสดงผลโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียน

ได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริงโดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด มีลักษณะสำคัญ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุม สถานการณ์ในการปฏิบัติงาน มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน วิธีการที่ใช้ในการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ ได้แก่

2.1 มอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ และสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา ชีวิตจริงของผู้เรียน โดยผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการใช้ความคิด ตัวอย่างงานที่มอบหมายให้ทำ ได้แก่ บทความในเรื่องที่กำลังเป็นประเด็นที่น่าสนใจและมีความสำคัญอยู่ในขณะนั้น รายงานสิ่งที่ผู้เรียนมีความสนใจ สิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่สนใจ

2.2 การกำหนดชิ้นงาน อุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน พร้อมทั้งให้ผู้เรียนเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.3 กำหนดตัวอย่างชิ้นงานให้ แล้วให้ผู้เรียนศึกษางานนั้น พร้อมทั้งสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะของการทำงานได้เหมือนหรือดีกว่าเดิม

2.4 สร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน โดยการกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา

แหล่งการเรียนรู้

แหล่งการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือหนังสือเรียนเท่านั้น แต่รวมถึงแหล่งเรียนรู้ทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน ดังนี้

- สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือเรียน หนังสืออ่านประกอบ หนังสือพิมพ์ วารสาร
- สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ มัลติมีเดีย วีดิทัศน์ รายการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านสื่อวิทยุ

และโทรทัศน์ อินเทอร์เน็ต

- แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน ได้แก่ ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สวนพฤกษศาสตร์ ห้องสมุด
- แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ได้แก่ อุทยานแห่งชาติ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สวนสัตว์

โรงงานอุตสาหกรรม

- แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล ได้แก่ ประชาชนท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ครู นักวิทยาศาสตร์

นักวิจัย

ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรจะใช้แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับ การพัฒนา ทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม จากแหล่งเรียนรู้เหล่านั้น

จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้

ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 20 มีนักคิดและนักจิตวิทยาเกิดขึ้นจำนวนมากและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ยุคนี้เริ่มมีลักษณะของความเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีการทดลองตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ (ทิศนา แวมมณี, 2547, หน้า 50 - 68)

- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)
- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมหรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจ (Cognitivism)
- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มมนุษยนิยม (Humanism)
- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน (Eclecticism)

1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)

นักคิดในกลุ่มนี้มองธรรมชาติของมนุษย์ในลักษณะที่เป็นกลางคือ ไม่ได้มีแรงจูงใจหรือการกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอก พฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนอง กลุ่มพฤติกรรมนิยมให้ความสนใจกับพฤติกรรมมาก เพราะพฤติกรรมเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัด สามารถวัดได้และทดสอบได้ ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ 3 แนวด้วยกันคือ

1.1.1 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์

1.1.2 ทฤษฎีการวางเงื่อนไข ซึ่งได้แก่ แบบอัตโนมัติของพาฟลอฟและวัตสัน

แบบต่อเนื่องของกัทธรี แบบวางเงื่อนไขของสกินเนอร์

1.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของฮัลล์

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมหรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจ (Cognitivism)

กลุ่มพุทธินิยมหรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจ หรือกลุ่มที่เน้นกระบวนการทางปัญญาหรือความคิด นักคิดกลุ่มนี้เริ่มขยายขอบเขตของความคิดที่เน้นทางด้านพฤติกรรมออกไปสู่กระบวนการทางความคิดซึ่งเป็นกระบวนการภายในของสมอง นักคิดกลุ่มนี้เชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อนยิ่งกว่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมาย ความสัมพันธ์ของข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง ทฤษฎีกลุ่มนี้ คือ

1.2.1 ทฤษฎีเกสตัลท์ นักจิตวิทยาคนสำคัญคือ แมกซ์ เวอร์ทไฮเมอร์

วูล์ฟแกงค์ โคห์เลอร์ เคิร์ท คอฟฟีกา และเคิร์ท เลวิน

1.2.2 ทฤษฎีสถานม นักจิตวิทยาคนสำคัญคือ เคิร์ท เลวิน ซึ่งแยกตัวจากกลุ่ม

ทฤษฎีเกสตัลท์

1.2.3 ทฤษฎีเครื่องหมายของทอลแมน

1.2.4 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา นักจิตวิทยาคนสำคัญ คือ เพียเจต์

และบรูเนอร์

1.2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล

1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มมนุษยนิยม (Humanism)

นักคิดกลุ่มนี้ให้ความสำคัญของความเป็นมนุษย์และมองว่ามีคุณค่า มีความดีงาม มีความสามารถ มีความต้องการและมีแรงจูงใจภายในที่จะพัฒนาศักยภาพของตน หากบุคคลได้รับอิสรภาพและเสรีภาพ มนุษย์จะพยายามพัฒนาตนเองไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ นักจิตวิทยาคนสำคัญในกลุ่มนี้ คือ มาสโลว์ รอเจอร์ส โคมส์ โนลส์ แฟร์ อิลลิช และนีล

1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน (Eclecticism)

กาเย่ เป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาในกลุ่มผสมผสานระหว่างพฤติกรรมกับพุทธินิยม เขาอาศัยทฤษฎีและหลักการที่หลากหลาย เนื่องจากความรู้มีหลายประเภท บางประเภทสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องใช้ความคิดที่ลึกซึ้ง บางประเภทมีความซับซ้อนมาก จำเป็นต้องใช้ความสามารถในขั้นสูง กาเย่ ได้จัดชั้นการเรียนรู้ซึ่งเริ่มจากง่ายไปหายาก โดยผสมผสานทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยมและพุทธินิยมเข้าด้วยกัน

ในการสอนวิทยาศาสตร์ครูต้องทำหน้าที่ในการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มีการสืบเสาะหาความรู้ สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้นำหลักจิตวิทยามาใช้ในการเรียนการสอน คือ

- ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget)
- ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ (Bruner)

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget)

เพียเจต์ นักจิตวิทยาชาวสวิส ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็ก โดยเน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็ก ให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น เพียเจต์ ได้แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ระยะ คือ (กรมวิชาการ, 2546 ก, หน้า 217 – 218)

2.1 ระยะใช้ประสาทสัมผัส (Sensory - Organs Stage) เป็นการพัฒนาของเด็ก ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ฝึกการได้ยินและการมอง ฝึกยืน เดิน ฝึกพูดและโต้ตอบ การพัฒนาเหล่านี้จัดเป็นพัฒนาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาขั้นต่อไป เด็กในวัยนี้จึงเรียนรู้โดยการหยิบ จับ สัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2.2 ระยะควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มมีพัฒนาการอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองเพื่อใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัย เช่น นิสัยการขับถ่าย มีการฝึกใช้อวัยวะต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมองและเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมที่เด็กได้สัมผัส เช่น การเล่นกีฬา การขี่จักรยาน

2.3 ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete - Operational Stage) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีการพัฒนาสมองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ยังไม่สามารถจินตนาการเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เด็กในวัยนี้จึงสามารถเล่นสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เช่น โครงสร้างอะตอม การถ่ายทอดทางพันธุกรรม

2.4 ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal - Operational Stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 11 ถึง 15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว จะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียน การสอนโดยมีหลักการจัดการศึกษา ดังนี้ (ทีศนา แคมมณี, 2547, หน้า 66)

1. ในการพัฒนาเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัด ประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้น ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อม หรือยากเกินพัฒนาการตามวัยของตน เพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้ เช่น การจัด สภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตน สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการ ขั้นสูงขึ้น เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกันถึงแม้อายุจะเท่ากัน แต่ระดับพัฒนาการอาจ ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถ ของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา ในการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจ ลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แม้ในพัฒนาการช่วงการคิดแบบรูปธรรมเด็กจะสามารถสร้างภาพในใจได้ แต่การสอนที่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมจะช่วยให้เด็กเข้าใจแจ่มชัดขึ้น

2. การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิดจะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะตัว ของเด็ก

3. ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะรับรู้ส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย ดังนั้นครูควรสอน ภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็กควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อน แล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับ และจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ ช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กอันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการ ทางสติปัญญาของเด็ก

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์มีประโยชน์กับการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ดังนี้

เด็กในระดับมัธยมมีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมได้ การสอนบางส่วนอาจ ใช้วิธีการให้ศึกษาจากเอกสาร จากหนังสือ หรือการบรรยายของครู แต่ไม่ได้หมายความว่าครู จะสอนโดยการบรรยายเพียงอย่างเดียว เพราะเพียเจต์เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมี การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ช่วยให้ครูวางแผนจัดกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับ ความสามารถทางการเรียนของนักเรียน และเลือกเนื้อหาหรือกิจกรรมให้เหมาะสมกับเด็ก

แต่ละวัย หากเรื่องที่สอนยากเกินกว่าจะเข้าใจ นักเรียนจะเกิดความเบื่อหน่าย เพราะการเรียนรู้เป็นกระบวนการ นักเรียนแต่ละคนมีระดับการใช้ความสามารถทางสมองที่แตกต่างไปตามความแตกต่างของเนื้อหากิจกรรม

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ (Bruner)

บรูเนอร์ (Bruner) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันได้เสนอหลักการสำคัญในการจัดการศึกษาว่า ควรคำนึงถึงทฤษฎีพัฒนาการในการกำหนดเนื้อหาความรู้กับวิธีสอน (ภพ เถานไพบุลย์, 2542, หน้า 74 - 77)

การนำทฤษฎีของบรูเนอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. ในระดับมัธยมศึกษาที่นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ได้มากขึ้น ครูมีวิธีช่วยให้พัฒนาขึ้นไปได้อีกโดยกระตุ้นให้ใช้การค้นพบด้วยตนเอง โดยเน้นความเข้าใจในมิติและสิ่งที่เป็นนามธรรม

2. หลักการสำคัญที่เกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ ของบรูเนอร์ มีดังนี้

2.1 เนื้อหาวิชาควรจัดแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดลำดับให้เหมาะสมกับผู้เรียน

2.2 การสอนต้องคำนึงถึงความพร้อมและแรงจูงใจของผู้เรียน

2.3 การเสนอกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

2.3.1 ชั้นลงมือปฏิบัติจากของจริง

2.3.2 ชั้นเรียนรู้จากรูปแบบและใช้จินตนาการ

2.3.3 ชั้นการใช้สัญลักษณ์และตัวเลขในการแทนค่า

3. วิธีสอนที่จะให้ผู้เรียนมีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้คือ วิธีการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งทำได้ ดังนี้

3.1 นำเสนอปัญหา

3.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

3.3 แก้ปัญหาโดยครูจัดหาวัสดุอุปกรณ์มาให้

3.4 แสดงผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3.5 ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหา

3.6 สรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

การสอนให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองของบรูเนอร์เป็นแนวทางให้นักศึกษานำมาดัดแปลงเป็นวิธีสอนแบบต่าง ๆ เช่น การสอนแก้ปัญห การสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

4. การจัดกิจกรรมประสบการณ์การเรียนรู้ต้องให้ท้าทายความคิดและการกระทำ โดยการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา
5. การเรียนรู้กระบวนการมีความสำคัญมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาด้านความรู้

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยขอเสนอวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิธีสอนแบบสอบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ มาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry Method และมีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 123) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา

ชาติรี เกิดธรรม (2542, หน้า 76) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ในชีวิตประจำวันได้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 56) ให้ความหมายวิธีสอนแบบสืบสอบ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

จากความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

ขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คารินและซันด์ (Carin & Sund, n.d. อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 70 - 71) แบ่งวิธีสืบสอบออกเป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง (Guided Inquiry) เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาวางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป โดยมีลำดับขั้นตอนการสอน ดังนี้

1.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

1.2 ชี้นำอภิปรายก่อนการทดลอง อาจจะเป็นการตั้งสมมติฐาน ครูอธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีวิธีการใช้อย่างไรจึงจะไม่เกิดอันตราย และมีข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งอย่างไรบ้าง

1.3 ขั้นทำการทดลอง นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองเองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

1.4 ชี้นำอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

2. วิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (Less Guided Inquiry) เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐานวางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก อาจเรียกวิธีนี้ว่า วิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง ลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้ คือ

2.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการให้คำถาม ใช้สถานการณ์จริง โดยการสาธิต ให้ภาพปริศนาหรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา

2.2 นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้

2.3 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

2.4 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมในการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

3. วิธีสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Free Inquiry) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น ซึ่งอาจเรียกว่าวิธีสอนแบบอิสระ วิธีนี้ครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตัวเอง เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาได้ตามความสนใจของตนเองแล้ว นักเรียนจึงทำการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหา ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้

วัฒนาพร กระจับทุกข์ (2542, หน้า 17) กำหนดขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. กำหนดปัญหา

- จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต สงสัย

ในเหตุการณ์ หรือเรื่องราว

- กระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา

2. กำหนดสมมติฐาน

- ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิด
- ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่คาดคิดว่าจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. รวบรวมข้อมูล

- มอบหมายให้นักเรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
- ให้นักเรียนวิเคราะห์ประเมินว่า ข้อมูลเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่

ความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด

4. ทดสอบสมมติฐาน

- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันอภิปรายเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

5. สร้างข้อสรุป

- นักเรียนสรุปว่าปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของรายงาน

หรือเอกสาร

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219 - 220) มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม กิจกรรมประกอบด้วย การซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิม เพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. **ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)** นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความครอบคลุมกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายที่มุ่งหวังได้ ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางในการวิจัยครั้งนี้ร่วมกับการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา โดยดำเนินการสอนตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้น คือ 1. ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4. ขั้นขยายความรู้ 5. ขั้นประเมิน และใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยามาเสริมในขั้นอธิบายและขั้นขยายความรู้

ข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 156 - 157) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้อยู่คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมเมนต์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากคำกล่าวของ ภพ เลหาไพบูลย์ สอดคล้องกับ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 73)

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ

2. เป็นการค้นพบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนหาวิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโยงความรู้ได้

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนาอัธมโนทัศน์แก่ผู้เรียน

7. พัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

10. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ความสามารถในการแก้ปัญหา

จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประการหนึ่ง คือ เน้นให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ผลจากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดที่สมเหตุสมผล ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

ความหมายของการแก้ปัญหา

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 332) กล่าวถึง การมองเห็นปัญหาและการหาทางที่จะแก้ปัญหาประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ คือ การยอมรับและมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานและการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2543, หน้า 103) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาคือเป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ ความยุ่งยาก ความสับสน และความวิตกกังวล โดยพยายามหาทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความยุ่งยาก สับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

การแก้ปัญหา เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อนทั้งเนื้อหาในวิทยาศาสตร์โดยตรงและปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ (กรมวิชาการ, 2546 ก, หน้า 272)

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดหาหนทางในการแก้สิ่งที่เป็นปัญหาที่สร้างความรำคาญ ความยุ่งยาก ความสับสน หรือหาคำตอบของปัญหาที่ไม่รู้มาก่อนทั้งเนื้อหาในวิทยาศาสตร์และปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การยอมรับและมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนของการแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, n.d. อ้างถึงใน ศิริกาญจน์ โกสุมและดารณี คำจันง, 2544, หน้า 68 - 70) ได้เสนอรูปแบบการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา

ผู้แก้ปัญหาต้องจำแนกแยกแยะได้ว่าอะไรคือปัญหา ต้องค้นหาอะไร และจะต้องทำอะไรบ้าง ซึ่งผู้เรียนควรจะไขปัญหา โดยอ่านปัญหาอย่างระมัดระวัง กำหนดว่าต้องการค้นหาอะไร ระบุข้อมูลสำคัญ

ขั้นที่ 2 วางแผน

ผู้แก้ปัญหาจะต้องรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่และพิจารณาดูว่าสิ่งใดที่มีความจำเป็นในการนำไปแก้ปัญหา ใช้แนวปฏิบัติอย่างไร และต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่ ซึ่งผู้เรียนควรไขปัญหา โดยรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเข้าด้วยกัน พิจารณาแนวปฏิบัติที่เป็นไปได้ เช่น หารูปแบบ ร่างแผนงาน จัดทำบัญชีรายการย่อยปัญหา คาดเดาและตรวจสอบ ทำตาราง เขียนเป็นประโยค ๆ แสดงปัญหาให้เห็นชัด กำหนดงานย่อย ตรวจสอบความเชื่อถือของข้อมูล

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานตามแผน

เป็นการทำตามขั้นตอนของแผน ถ้าแผนดังกล่าวไม่ประสบความสำเร็จ ก็อาจจะต้องนำไปปรับปรุงบางส่วน หรือทำขึ้นใหม่ทั้งหมด ซึ่งผู้เรียนควรไขปัญหา โดยนำแผนงานไปปฏิบัติ ทบทวนและขยายแผนตามที่จำเป็น สร้างแผนงานใหม่ถ้าจำเป็น

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

ผู้แก้ปัญหาจะต้องตรวจสอบดูว่า สามารถหาคำตอบให้เงื่อนไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่ให้มาทั้งหมดหรือไม่ ความมีเหตุผลของคำตอบก็จะได้รับการพิจารณาควบคู่ไปกับทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้กับทางอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนควรไขปัญหา โดยสร้างความมั่นใจว่าได้ใช้ข้อมูลสำคัญทั้งหมด เลือกว่าคำตอบใดที่สมเหตุสมผลมากที่สุด ตรวจสอบว่าสามารถหาคำตอบ (ทางออก) ให้กับเงื่อนไขที่กำหนดให้ทั้งหมด

การแก้ปัญหาอาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น กรมวิชาการ (2546 ก, หน้า 222 - 223) ได้เสนอแนะขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าใจปัญหา

ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ ปัญหาถามว่าอย่างไร มีข้อมูลใดบ้าง มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดีจะช่วยให้ขั้นตอนนี้ดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใดทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่าง ๆ หรือแผนภาพที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นตอนนี้นักเรียนจะใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นและนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ปัญหาต้องตรวจสอบหรือหาคำตอบจากการทดลอง ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการทดลอง

ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลอง หรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้องก็จะมีประเมินต่อไปว่าวิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นที่ 2 แล้วถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้เพียงพอหรือไม่ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา

เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งในด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาใด ๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาของกรมวิชาการจะเห็นว่ามีความสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนของโพลยา ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นเข้าใจปัญหา 2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 4. ขั้นตรวจสอบ

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้เสริมการแก้ปัญหาทางพิสิกส์โดยนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้ ตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้น คือ 1. ขั้นเข้าใจปัญหา 2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 4. ขั้นตรวจสอบ เนื่องจากมีขั้นตอนที่ชัดเจนทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่ามีการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในงานวิจัย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

จิรพันธ์ ไสภณพินิจ (2541, หน้า 51) ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย โดยประยุกต์วิธีการให้คะแนนแบบฮอลิสติก

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544, หน้า 42) วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ในรูปโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผนการแก้ปัญหา
3. การดำเนินการตามแผน
4. การตรวจสอบ

จิราภรณ์ เบ็ญวงศ์ (2545, หน้า 40) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก แบบทดสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อย ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นค้นพบความจริง ขั้นค้นพบปัญหา ขั้นค้นพบความคิด ขั้นค้นพบคำตอบ และขั้นค้นพบการยอมรับ

สถาปนา เกษมศิลป์ (2546, หน้า 75) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากกรตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของดิวอี้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตรวจสอบ และขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะแบบทดสอบมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สิ่งที่สามารถบอกถึงผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือ ผลการเรียนของผู้เรียนซึ่งจะทราบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั่นเอง มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2537, หน้า 71) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมซึ่งแสดงออกมา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 68) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้ง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 329) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำ หรือ กระทำได้น้อยกว่าก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มีการวัดได้

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการอบรม สั่งสอน การค้นคว้า ประสบการณ์ต่าง ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถทางด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เนื่องจากการประเมินผลเป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ในภาพรวม ดังนั้น แนวทางในการวัดและประเมินผลตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่นำมาใช้ เป็นการวัดและประเมินผลซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 110 - 114)

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการตามหลักของคลอเฟเฟอร์ วัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง

ความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมี 6 ขา กรดมีรสเปรี้ยว เป็นต้น

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์

มโนคติหรือมโนทัศน์ คือ การนำความรู้เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่ซึ่งเรียกว่า ความคิดรวบยอด เช่น มโนคติเกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร การเจริญเติบโต เป็นต้น

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์

หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้ จากการนำมโนคติที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล เช่น กฎของอาร์คิมิดีส กฎของเมนเดล เป็นต้น

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

ข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ เช่น Ag แทนธาตุโลหะเงิน

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซไนโตรเจน วงจรชีวิตของผึ้ง เป็นต้น

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ

ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้นต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้จัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ เป็นต้น

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ เช่น วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์และการแบ่งเซลล์ กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนรู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

ศัพท์วิทยาศาสตร์ซึ่งว่าด้วยคำนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น หินปูนเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่ง น้ำเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

ทฤษฎี เป็นข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา กล่าวคือ ผู้เรียนเคยเรียนรู้มโนคติของวัฏจักรใดวัฏจักรหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบวัฏจักรก็สามารถใช้มโนคติของวัฏจักรมาอธิบายสิ่งนั้นได้ เช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้วัฏจักรของน้ำ เมื่อได้รับข้อมูลของการเจริญเติบโตของพืช ผู้เรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรมาอธิบายเป็นวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืชได้

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น ในการศึกษาเรื่อง แสง ถ้าผู้สอนกำหนดใจหมายว่า ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ ผู้เรียนสามารถแปลความหมายเป็นรูปเวกเตอร์ของแสงได้

1.3 พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหา 3 ประเภท คือ

1.4.1 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน เช่น การตอบคำถาม ทำไมหลอดไฟฟ้างสว่างขึ้นเมื่อเราเปิดสวิตช์ ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาไฟฟ้า

1.4.2 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นซึ่งเป็นปัญหาเดี่ยวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์สองสาขาขึ้นไป เช่น ถามว่า ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี

1.4.3 ปัญหาที่เป็นเรื่องของการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ทำอย่างไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คารินและซันด์ ได้เสนอวิธีการวัดผู้ที่มีพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตราประมาณค่า ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง การสัมภาษณ์ รายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตนเอง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติการโครงการใดโครงการหนึ่ง วิธีวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย วัดโดยการสังเกตขณะปฏิบัติการทดลอง

สรุปว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการวัด 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งการวัดด้านพุทธิพิสัยตามหลักของคลอฟเฟอร์ วัดได้จากพฤติกรรมด้าน ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีเครื่องมือวัด ซึ่งเครื่องมือวัดที่นิยมใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้และต่อการปรับปรุง พัฒนาการสอนของครู ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ในแนวเดียวกัน ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540, หน้า 28) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมบุรณ์ ดันยะ (2545, หน้า 143) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ พิธิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้สรุป ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็น แบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบ เขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก - ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมีมาตรฐาน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ ความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วในอดีต หรือสภาพปัจจุบันว่าบรรลุผลสำเร็จ ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง อาจเป็นแบบอัตนัย หรือปรนัย และแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอแนะนำเสนองานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ปกาวี ลิขิตบุญฤทธิ์ (2540, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิด ในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ โดยเน้นระดับของคำถาม การวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับของคำถาม ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอน

ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดในการแก้ปัญหาวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เรวัตี ศุภมั่งมี (2542, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา การวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น
สองกลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของ
โพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธรรม ชุมพร้อมญาติ (2544, บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ฟิสิกส์ระหว่างการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ
นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
ด้านเนื้อหา และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาหลังได้รับการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิราภรณ์ เบื้องวงศ์ (2545, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาลงได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยเสริมกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติพงษ์ หมอกมุงเมือง (2545, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับ
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็น

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบ การทดลอง ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังสอนสูงกว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วนิดา ชูแก้ว (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน บ้านหนองตะเภา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

เกษร บุญทิม (2546, บทคัดย่อ) ศึกษาผลของกระบวนการเรียนรู้แบบเป็นวัฏจักร ต่อทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมี กระบวนการเรียนรู้แบบเป็นวัฏจักร กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยมีกระบวนการเรียนรู้แบบ ไม่เป็นวัฏจักร ผลการวิจัยพบว่า ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีกระบวนการ เรียนรู้แบบเป็นวัฏจักรสูงกว่านักเรียนที่มีกระบวนการเรียนรู้แบบไม่เป็นวัฏจักรอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แบบหลากหลาย รองลงมา คือ วิธีการแก้ปัญหาแบบมีขั้นตอน

งานวิจัยต่างประเทศ

ออร์วิก (Orvik, 2003, Abstract) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัย ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการสอนสืบเสาะหาความรู้ ให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิชา วิทยาศาสตร์ ความสำคัญในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการทำงาน ผลวิจัยพบว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักศึกษาใหม่ สาขา วิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ลี (Lee, 2003, Abstract) ได้ศึกษาค่านิยมของครูในเรื่องการใช้วิธีสอนแบบ เน้นแนวทาง วิธีการแบบค้นพบและวิธีสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้น ประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่าครูส่วนใหญ่ใช้ทั้งสามวิธีในการสอนในห้องเรียน วิธีการค้นพบ แบบเน้นแนวทางถูกใช้บ่อยที่สุดในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าองค์ประกอบ ของทั้งสามวิธีการสอนมีความสำคัญอย่างมากต่อการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความเข้าใจในมนมิตินในวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์

อับบราฮิม (Ebrahim, 2004, Abstract) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนที่เรียนตามปกติ และเรียนแบบสืบเสาะตามวงจรการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะสามารถนำไปใช้ได้ประสพผลในโรงเรียนประถมศึกษา

อาจกล่าวได้ว่า การนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะปฏิบัติ วิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และการนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การเสริมกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลองมาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งดำเนินการวิจัยโดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้น ส่วนการดำเนินการวิจัยโดยการเปรียบเทียบวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การเน้นระดับของคำถาม การแก้ปัญหาโดยทำตามเทคนิคของโพลยากับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวคิดการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาโจทย์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับงานวิจัยต่างประเทศที่ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเข้าใจในมนมิตินทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย