

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. ปัญหาและการแก้ปัญหา
 - ความหมายของปัญหา
 - ความหมายของการแก้ปัญหา
 - จิตวิทยาในการแก้ปัญหา
 - ขั้นตอนของการแก้ปัญหา
 - การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา
3. การแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา
4. โจทย์ปัญหา
 - ความหมายของโจทย์ปัญหา
 - ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
5. การสอนตามคู่มือครู
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เสริมศรี เสวตมร และสาธิต งามศิริ (2521, หน้า 73) กล่าวว่าไว้สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนคิดค้นคว้าด้วยตนเอง แต่วิธีการนั้นมีหลายอย่าง นักเรียนจะถามคำถามหรือครูจะถามคำถาม นักเรียนจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ข้อสำคัญคือครูจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนขบขันใจสงสัยก่อน

ฉวีวรรณ กีนวงศ์ (2527, หน้า 78) กล่าวว่า “การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือวิธีการได้ถามหรือตั้งคำถาม เพื่อที่จะได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่างๆ ตามกระบวนการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้นักคิดได้พบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ”

กองวิจัยทางการศึกษา (2536, หน้า 11) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้สรุปได้ว่าเป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเองได้

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนคิดค้นคว้าด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบความจริง ความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตัวของนักเรียนเอง

ขบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อำนาจ เจริญศิลป์ (2537, หน้า 18) ได้แบ่งขบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ขบวนการดังนี้

1. ขบวนการสร้างสิ่งกัป คือ ขบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยามของสิ่งกัปต่าง ๆ ส่วนมากใช้ในการคิดแบบวิเคราะห์และแยกประเภท
2. ขบวนการสร้างทฤษฎี คือ ขบวนการแก้ปัญหาโดยการตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งกัปและตัวแปร ส่วนมากใช้ในการคิดแบบไขความสัมพันธหาเหตุผลและแบบอ้างอิงนับเป็นสิ่งสำคัญมาก ควรสอนเกี่ยวกับขบวนการสร้างทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยพยายามชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งกัปหรือตัวแปร ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

3. ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎีเป็นขบวนการสำหรับทดสอบและพิสูจน์สมมติฐานที่ได้จากทฤษฎีโดยการทดลอง ชักถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วมาประเมินผลสรุปว่าสมมติฐานนั้นใช้ได้หรือไม่ ส่วนมากใช้การคิดแบบสังเคราะห์ คิดแบบวิจารณ์ญาณและแบบประเมินผล

4. ขบวนการสร้างสรรค์ คือ ขบวนการที่นำความรู้ขั้นพื้นฐานที่เรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในรูปแบบต่าง ๆ หลายวิธีและแนวใหม่ ๆ เป็นสื่อนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ขั้นต่อไป ส่วนมากใช้ความคิดแบบริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดแบบสังเคราะห์

วราภรณ์ ชัยโอภาส (2521, หน้า 58-59) ได้วางลำดับขั้นของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขบวนการสร้างสัณกะป (Concept Formation Process) เป็นขบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยามของสัณกะปต่างๆ ซึ่งได้มาจากการสังเกต และรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดขึ้น

2. ขบวนการสร้างทฤษฎี (Theorization Process) เป็นขบวนการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งให้เห็นถึงความสำคัญของสัณกะปหรือตัวแปรต่างๆซึ่งได้มาจากเหตุผลของการคิดสังเคราะห์ ทำให้ได้หลักการ(Principle) ทางวิทยาศาสตร์

3. ขบวนการพิสูจน์และทดสอบทฤษฎี (Verification Process) เป็นขบวนการเพื่อตรวจสอบว่าทฤษฎีที่ตั้งไว้จะยอมรับใช้ได้หรือไม่ จะมีการรวบรวมข้อมูลโดยวิธีอื่น ๆ คือลองนำสมมติฐานที่ตั้งไว้มาทำนาย ปรากฏการณ์ใหม่ๆ

4. ขบวนการควบคุมและสร้างสรรค์ (Controlling and Creativity Process) คือ ขบวนการนำความรู้พื้นฐานที่เรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ หลายวิธีและในแนวใหม่ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าขบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขบวนการสร้างสัณกะป ขบวนการสร้างทฤษฎี ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี และขบวนการควบคุมและสร้างสรรค์

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะกรรมการพัฒนาการศนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การศนวิเทศศตร(2525,หน้า 116-118) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่คั้น สิ่งสำคัญที่จะขาดมิได้คือจะต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งการนำเข้าสู่บทเรียนนี้ทำได้หลายวิธี ความสำคัญอยู่ที่ว่าผู้สอนจะเลือกหรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาได้เหมาะสม และสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีอยู่แล้วในแบบเรียนหรือคู่มือครูได้มาก น้อยเพียงใด อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะว่าสถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัวดึงดูด ความสนใจของผู้เรียนเป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถโยงไปสู่การหาคำตอบของ ปัญหาข้างต้น

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลักโดยใช้คำถามเป็นชุด ค่อเนื่องกันและสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจ เป็นไปได้(สมมติฐาน)ในที่สุดคำตอบที่อาจเป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลอง ที่กำหนดไว้ในแบบเรียนทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์การทดลอง

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและ ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในขั้นตอนนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายก่อน การทดลอง โดยทั่วไปแล้วจะอภิปรายครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้คือ การออกแบบ การทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องลงมือ ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่ม เฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้เราอาจใช้ตาราง บันทึกข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาก่อนมาใช้อภิปรายเพื่อนำสรุปผลต่อไป โดยนักเรียนไม่ต้อง ดำเนินการทดลองโดยตรง

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้ต้อง อาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ข้างต้นและควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่

นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 581-591) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นนี้จะเป็นการสร้างควมสนใจในการทดลองเรื่องใหม่ และเป็นการกระทำของครูเพื่อโน้มน้าวและดึงความสนใจของนักเรียนให้หันมาสนใจกับบทเรียนใหม่ที่จะสอน เช่น การทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่ การเอาวัตถุจริงมาตั้งให้ดูหน้าชั้น เป็นต้น

2. ขั้นสอนหรือสร้างความรู้

2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

ในขั้นนี้ก็จะมีการวางแผนการทดลองหรือออกแบบการทดลองซึ่งจะต้องมีการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนว่าแนวทางแก้ปัญหาควรจะทำอะไรและอย่างไร กิจกรรมนี้คือการอภิปรายก่อนการทดลอง

กิจกรรมขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง จะตอบคำถามต่อไปนี้

1. อะไรคือตัวปัญหา กำหนดตัวปัญหาให้ได้ (บางครั้งอาจจะพูดไว้แล้วในชี้นำเข้าสู่บทเรียน)
2. การแก้ปัญหานี้จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานหรือไม่ถ้าจำเป็นต้องมีสมมติฐานนั้นคืออะไร
3. วิธีทดลองควรจะเป็นอย่างไร มีลำดับขั้นตอนอะไรบ้าง
4. วัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้มีอะไรบ้าง และใช้อย่างไร
5. ตารางบันทึกข้อมูลจะจัดทำในรูปไหน อย่างไร

2.2 ขั้นปฏิบัติทดลอง

ขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนทำการทดลองจริง ๆ จึงเรียกว่า ขั้นปฏิบัติทดลอง(Experiment Activities) ครูจะให้นักเรียนไปเบิกวัสดุและอุปกรณ์ที่เตรียมไว้และลงมือทำ

ขณะนักเรียนทำการทดลอง ครูควรจะไปสังเกตการทำงานของกลุ่มต่าง ๆ เพื่อกระตุ้น ให้กำลังใจ สอบถามในสิ่งที่เห็นว่าผิดสังเกต ตอบคำถามของกลุ่มในสิ่งที่สงสัยอยู่ การคิดตั้งเครื่องมือ การอ่านเครื่องมือ บางครั้งอาจจะติดตั้งเครื่องมือเพื่อช่วยบันทึกข้อมูลหรือพบในระหว่างการทดลองของกลุ่มต่างๆ ไว้ เพื่อจะนำไปใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ขั้นนี้จะเป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับครูเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและยังมีการจัดกระทำข้อมูลซึ่งมีประโยชน์ในการนำไปตีความหมาย ซึ่งอาจจะทำได้หลายอย่าง คือ

- อาจเพิ่มช่องตารางบันทึกข้อมูลลงไปอีกเท่าที่จำเป็น เพราะถ้ามีเท่าเดิมอาจจะไม่เพียงพอที่จะนำไปตีความหมายได้
- มีการคำนวณต่อไปอีก โดยนำข้อมูลในช่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัน มารวมเข้าด้วยกัน ลบกัน คูณกันหรือหารกันหรือยกกำลังสอง กำลังสามหรือถอดกรณฑ์สอง กรณฑ์สาม แล้วแต่จะเหมาะสม
- ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อจะให้เห็นลักษณะรูปแบบ แนวโน้มหรือความสัมพันธ์
- เขียนกราฟ แผนภูมิ เพื่อจะเห็นลักษณะรูปแบบ แนวโน้มหรือความสัมพันธ์อาจจะเป็นการลงข้อสรุปภายในขอบเขตของข้อมูลหรือลงข้อสรุปนอกขอบเขตข้อมูลแล้วแต่กรณี

ในขั้นอภิปรายหลังการทดลองนี้ นอกจากจะตีความหมายข้อมูลเพื่อลงข้อสรุปรวมทั่วไป (Generalization) แล้วบางครั้งอาจมีการตีความหมายข้อมูลเพื่อทดลองสิ่งที่เราสงสัยก็ได้

การอภิปรายหลังการทดลองครูอาจจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเขียนข้อมูลลงในตารางที่กระดานหน้าชั้น หรือเขียนใส่แผ่นใสแล้วฉาย จากนั้นจึงมีการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปและเมื่อสรุปผลการทดลองแล้ว ถ้าครูเห็นว่าในระหว่างการทดลองได้พบข้อบกพร่องอะไรบางอย่าง ก็ควรจะนำมาเล่าให้นักเรียนฟังหรือบางทีอาจจะต้องสาธิตให้ดูในบางจุดก็จะทำให้เข้าใจยิ่งขึ้น

3. ขั้นเสริมความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้

เมื่อนักเรียนได้ค้นพบความรู้ใหม่จากขั้นอภิปรายหลังการทดลองแล้ว ครูไม่ควรจะหยุดอยู่เพียงแค่นั้น เพราะการค้นพบเพียงแต่ได้หลักความรู้แต่ความเข้าใจในความรู้นั้นต้องการหาโดยวิธีอื่น ๆ อีก งานขั้นนี้ครูควรจะจัดกิจกรรมที่จะขยายความเข้าใจในความรู้ที่ได้มาให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เช่น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง อภิปรายซักถาม การนำความรู้ไปใช้และยกตัวอย่างประกอบให้อ่านเอกสารเพิ่มเติม

4. ขั้นวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วมีการเสริมความรู้ความเข้าใจแล้วต่อไปก็ควรจะมีการวัดและประเมินผล ซึ่งอาจจะทำได้หลายวิธีตั้งแต่ถาม ตอบ ตอบข้อเขียนสั้นๆ จนกระทั่งให้เขียนรายงานการทดลองหรือให้แบบฝึกหัด

คาริน และซันด์ (Carin & Sund, 1975, pp. 98–99) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาที่กระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น อาจกระทำได้หลายรูปแบบเช่น ใช้การอภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การใช้อุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant Events) สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้แก่เด็กและสามารถโยงไปสู่การออกแบบทดลองที่ต้องการได้

การสร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ เป็นการสร้างสถานการณ์ที่ทำให้ผู้สังเกตเกิดความแปลกใจว่าสถานการณ์เช่นนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร ทำให้ต้องคิดหาคำอธิบาย ผู้สอนมักจะใช้การสาธิต ของจริงหรือใช้ฟิล์มภาพยนตร์ เทปโทรทัศน์ และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบ

2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุในวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

จากขั้นตอนการสอนสืบเสาะหาความรู้ที่นักการศึกษาเสนอนั้น พอจะสรุปได้ว่าประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาหรือการนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นสอนหรือสร้างความรู้ ประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยมีการอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลองและสรุปผลการทดลองหรือการทดสอบสมมติฐาน
3. ขั้นเสริมความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้
4. ขั้นวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางข้างต้นมาใช้ในการสอนและได้ให้นิยามของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึง การจัดการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลก...ดวงดาวและอวกาศ โดยมี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสอนหรือขั้นสร้างความรู้ ประกอบด้วยการอภิปรายก่อนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง 3) ขั้นสรุป และ 4) ขั้นการนำไปใช้

ปัญหาและการแก้ปัญหา

ความหมายของปัญหา

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับคำว่าปัญหาไว้ดังนี้

เมเยอร์ และไฮเกอร์เคน (Mayer & Heidgerken , 1962, p. 200) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ปัญหาหมายถึงเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการดำเนินงานที่มาจัดวางมิให้บรรลุเป้าหมายซึ่ง จำเป็นต้องศึกษาสาเหตุและที่มาของปัญหานั้น ๆ ต้องดำเนินการแก้ไขด้วยกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อขจัดปัญหาเหล่านั้นให้หมดสิ้นไป

บุญเลี้ยง พลอาวูธ (2511, หน้า 23) ได้สรุปนิยามของปัญหาและแยกประเภทของปัญหาไว้ดังนี้

1. ปัญหาต่าง ๆ มีลักษณะโดยส่วนรวม ดังนี้

- 1.1 ปัญหาคือสิ่งที่ต้องแก้ (Solve) โดยมีจุดมุ่งหมาย
- 1.2 ทางที่จะไปสู่จุดมุ่งหมายของปัญหานั้นมีอุปสรรคมาขัดขวาง
- 1.3 ในการแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้น บุคคลจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแบบแผน

พฤติกรรมหรือต้องกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อบรรลุถึงจุดหมายที่ต้องการ

2. ปัญหาที่ประสบอยู่ทุกวันนี้จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาที่คนเราต้องพบและต้องแก้อยู่เสมอ โดยแต่ละคนอาจพบไปในลักษณะที่แตกต่างออกไป บางครั้งก็ไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ ซึ่งปัญหาในชีวิตประจำวันนี้เกิดจากความต้องการที่จะทำการแก้ปัญหานั้นให้หมดสิ้นไปเป็นส่วนมาก

2.2 ปัญหาทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นจากความต้องการอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ เป็นปัญหาที่ส่งเสริมให้คนฉลาดขึ้นเรื่อย ๆ ที่เป็นผลที่ก่อให้เกิดความเจริญขึ้นในหลาย ๆ ด้าน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปเกี่ยวกับปัญหาได้ว่าปัญหา หมายถึง เหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต้องแก้ไข โดยมีจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ ซึ่งการจะแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จนั้น บุคคลจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแบบแผนพฤติกรรมเพื่อให้บรรลุถึงจุดหมายที่ต้องการ

ความหมายของการแก้ปัญหา

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, p.518) ได้กล่าวว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสถานะที่ยากลำบากยุ่งยากหรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่”

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528, หน้า 259) ได้กล่าวว่า “การคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่”

โพลยา (Polya, 1980, p.1) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาสรุปได้ว่าเป็นการหาวิธีทางจะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุป ชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านั้นมิได้ให้เกิดได้อย่างทันทีทันใด

จากความหมายของการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นการใช้ประสบการณ์จากการเรียนรู้มาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ มีการตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล ทดลองและทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นวิธีทางที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่

จิตวิทยาในการแก้ปัญหา

ได้มีผู้กล่าวถึงจิตวิทยาในการแก้ปัญหาไว้หลายท่านด้วยกัน ซึ่งพอจะรวบรวมได้ดังนี้

ทรอนด์ไคส์ (Trondike, 1965, p.192) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาในการแก้ปัญหาสรุปได้ว่าการเรียนรู้ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหและการนำเอาข้อเท็จจริงไปใช้ในการแก้ปัญหเป็นสิ่งที่ต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่งไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นได้เสมอไป การแก้ปัญหามองผลของถูกใช้กับปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนใช้เมื่อผู้เผชิญปัญหามองไม่เห็นแนวทาง

พรณี ชูทัย (2520, หน้า 104) ได้กล่าวว่า “การสอนให้เด็กสามารถแก้ปัญหาจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องศึกษาขั้นตอนและพัฒนาการทางสติปัญญา ความพร้อมมากน้อยเพียงใด จึงจะสามารถจัดการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับความสามารถของเด็ก ”

ชม ภูมิภาค (2523, หน้า 194) ได้กล่าวพอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้เกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้ 2 ประการ การแก้ปัญหามองผลของถูกและการแก้ปัญหามองวิธียังเห็น

จากคำกล่าวข้างต้นพอสรุปเกี่ยวกับจิตวิทยาในการแก้ปัญหาได้ว่าการแก้ปัญหาสามารถใช้วิธีการเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้ การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่งอาจนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นไม่ได้เสมอไปและกรณีปัญหานั้นซับซ้อนก็อาจต้องแก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก

ขั้นตอนของการแก้ปัญหา

ดิวอี้ (Dewey, อ้างใน แท่งทิพย์ วันเจริญพันธ์ , 2536, หน้า 12) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาว้່าควรจะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน พอจะสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นคว้าว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร
 2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
 3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรวจสอบสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา
 4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด
 5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2520, หน้า 4-5) ได้กล่าวถึง System Approach ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอีกรูปแบบหนึ่งมี 8 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นนิยามปัญหา
2. ขั้นตั้งวัตถุประสงค์
3. ขั้นสร้างเครื่องมือไว้ตรวจสอบผล
4. ขั้นเลือกหาวิธีที่จะปฏิบัติ
5. ขั้นเลือกวิธีการที่ดีที่สุดมาดำเนินงาน
6. ขั้นการทดลอง
7. ขั้นการวัดและการประเมินผล
8. ขั้นปรับปรุงและขยายการปฏิบัติงาน

ทองทิพย์ วรรณพัฒน์ และคนอื่น ๆ (2522, หน้า 73) ได้กล่าวพอสรุปได้ว่า
วิธีการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตั้งปัญหาหรือกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล
5. ขั้นสรุปผล

หม ภูมิภาค (2523, หน้า 163) ได้เสนอรูปแบบการแก้ปัญหา 2 วิธีการ สรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาระดับง่าย การแก้ปัญหาระดับนี้ไม่ต้องการพิจารณาถี่ถ้วนถี่
พิถีพิถันต้องอัน่งุ่ยากให้ตัดสินใจและการแก้ปัญหาก็สามารถทำได้ทันทีทั้งที่
2. การแก้ปัญหาระดับซับซ้อนเป็นการแก้ปัญหาระดับยากต้องใช้เวลาและความพยายาม
บางครั้งต้องพบกับความเคร่งเครียดมากปัญหาระดับนี้มีทั้งที่คุ้นเคย บางปัญหาก็เป็นปัญหาใหม่
การแก้ปัญหาระดับซับซ้อนนี้ ถ้าจะให้มีความคุณภาพและประสบความสำเร็จจะต้องใช้วิธีการ
ที่เรียกว่า กระบวนการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาสามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ
ซึ่งอาจมีทั้งแบบที่แบ่งเป็นขั้นตอนซึ่งอาจใช้ 8 ขั้นตอนหรือ 5 ขั้นตอน นอกจากนี้การแก้ปัญหา
ที่ง่ายและซับซ้อนก็ยังต้องใช้วิธีที่ต่างกันซึ่งการแก้ปัญหาระดับซับซ้อนให้ประสบความสำเร็จต้องใช้
วิธีการที่เรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหา

การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ในการจัดการเรียนร่วมกับการแก้ปัญหานั้นมีนักการศึกษาได้จัดเป็นขั้นตอนลำดับขั้น
สรุปได้ ดังนี้

สายหยุด สมประสงค์ (2523, หน้า 67 - 90) กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้
นักเรียนได้ฝึกแก้ไขปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีแก้ไขปัญหามากมาย วิธีโดยให้
ผู้เรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหามาก ๆ
2. ปัญหาที่ผู้สอนได้หยิบมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาใหม่ที่
ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อนแล้วก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า
ปัญหาคืออยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหาที่ผู้สอนควรจะได้แนะให้ผู้เรียนได้ตีปัญหาให้แตกก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วจึงคิดแก้ปัญหาย่อย แต่ละปัญหา

4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนหรือสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้สามารถยืดหยุ่นได้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้าง

5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใด ๆ ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรงๆ เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่ได้ใช้วิธีการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ไฮนิก (Heining, 1981, p.61) ได้กล่าวว่า “ การแก้ปัญหาของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้โดยครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำ กิจกรรมที่ควรจัดเป็นกิจกรรมแบบเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเพื่อสังเคราะห์เรื่องราวเป็นเรื่องใหม่ สิ่งใหม่ สถานการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้นสำหรับนักเรียนควรจะได้แก้ปัญหาซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้คาดคะเน ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน บางครั้งนักเรียนต้องหาทางเลือกให้ความคิดใหม่ๆ และจินตนาการเพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ”

แซฟเทล (Safte, 1982, p.61) ได้กล่าวพอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการค้นพบตัวปัญหา คือสถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลโดยที่สถานการณ์เป็นอุปสรรค ดังนั้น ผู้ที่แก้ปัญหาได้ต้องมีความคิดและพฤติกรรมใหม่ ๆ ในการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้จะต้องใช้สถานการณ์สอนให้นักเรียนคิด ตั้งสมมติฐาน เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ลงข้อสรุปและตั้งหลักการเอง การกระทำดังกล่าวนี้จะเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการแสวงหาความรู้และได้ใช้ความคิดหลาย ๆ ทางซึ่งจะทำให้เป็นคนฉลาดและมีเหตุผล

จากคำกล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่าการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาเป็นการตั้งปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นต้องให้นักเรียนคิด ตั้งสมมติฐาน เก็บข้อมูลด้วยตนเองและลงข้อสรุปตั้งหลักการเอง ทั้งนี้ต้องจัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างพร้อมทั้งให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าในเรื่องเกี่ยวกับปัญหาและการแก้ปัญหานั้นจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาและใช้ประสบการณ์จากการเรียนรู้มาช่วยในการแก้ปัญหาซึ่งการแก้ปัญหานั้นจะต้องกระทำเป็นขั้นตอนและต้องใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาช่วยเพื่อให้ประสบ

ความสำเร็จ โดยในการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหานั้นควรเน้นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิด ตั้งสมมติฐาน เก็บข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตัวนักเรียนเอง นอกจากนี้ต้องจัดบรรยากาศของการเรียนการสอนที่ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวทางดังที่สรุปข้างต้นมาเป็นส่วนหนึ่งในการสอนให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา

การแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยาเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหา โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาซึ่งใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่ง สุภิญญา พิทักษ์ศักดากร (2541 , หน้า 13) ได้สรุปเกี่ยวกับความเป็นมาของโพลยาดังนี้

จอร์จ โพลยา (George Polya) เกิดในประเทศฮังการี ได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยบูดาเปสต์ ในการศึกษาของท่าน ท่านสนใจเกี่ยวกับกระบวนการค้นพบ ท่านมีความคิดว่าการที่จะเข้าใจทฤษฎีนั้นประการแรกจะต้องทราบว่ามีทฤษฎีนั้นค้นพบขึ้นมาได้อย่างไร ดังนั้นการสอนของท่านจึงเน้นกระบวนการค้นพบมากกว่าการพัฒนาทักษะ โพลยามีผลงานทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมากกว่า 250 บทความ มีหนังสือ 3 เล่ม ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหามathematics หนังสือที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีชื่อเรื่องของท่านชื่อ "How to Solve It" เป็นหนังสือที่ได้รับการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ ทั่วโลกไม่น้อยกว่า 15 ภาษา ในหนังสือนี้กล่าวถึงขั้นตอนทั้งสี่ขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics ข้อเสนอแนะซึ่งเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยานับว่ามีอิทธิพลต่อนักคณิตศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมาก

สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหตามรูปแบบการแก้ปัญหของโพลยาภายในห้องเรียนนั้นได้มีการกล่าวถึงไว้พอสรุปได้ดังนี้

สนิท ศิริ (2536, หน้า 19) ได้กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหตามรูปแบบการแก้ปัญหของโพลยานั้นจะมีการใช้ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนของโพลยาจะมีจุดเน้นให้เห็นชัดเจนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นเข้าใจปัญหา นั่นคือเข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูลโจทย์ กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้หรือไม่และควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษจะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้

2.1 โจทย์ปัญหานั้นเป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหรือเปล่า หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อน หากแตกต่างกันที่รูปแบบ

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้หรือไม่ และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสถานการณ์ที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และคาดว่าจะใช้วิธีแก้ปัญหาที่เคยประสบกับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยประสบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นของการตรวจสอบกลับ เป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจะต้องมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้อง โดยอาจใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ได้ตรงกันหรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ

โพลยา (Polya, 1957, อ้างในสุภิญญา พิทักษ์ศักดากกร , 2541, หน้า 13-20) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ไว้พอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหา มีจุดประสงค์ในการช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหา เนื่องจากในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน บางครั้งนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้เอง ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือชี้แนะให้นักเรียนค้นพหุหนทางในการแก้ปัญหานั้นเอง โดยครูตั้งคำถามชี้แนะขั้นตอนการแก้ปัญหาเหมือน ๆ กันในโจทย์ปัญหาลักษณะต่างๆ กันเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ว่ามีสิ่งใดบ้างที่โจทย์กำหนดให้สิ่งใดที่โจทย์ต้องการทราบสิ่งที่เราต้องการค้นหาอยู่ภายใต้เงื่อนไขอะไร อะไรคือสิ่งที่เราสมมติขึ้นมาและเน้นย้ำให้นักเรียนระวังในการเลือกใช้ทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐาน คือ การบวก การลบ การคูณและการหาร สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาและครูต้องเลือกใช้คำถามที่แตกต่างกันระหว่างโจทย์ปัญหาที่ให้ค้นหาหรือโจทย์ปัญหาที่ให้พิสูจน์ในการถามและชี้แนะนักเรียนนี้ครูมีจุดประสงค์อยู่ 2 ประการคือ ประการแรกต้องการช่วยเหลือให้นักเรียนให้แก้ปัญหาโจทย์ปัญหาได้ ประการที่สอง ต้องการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเองในอนาคต ถ้านักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาด้วยตนเองแล้วเขาจะมีแรงจูงใจในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการซึมซับคำถามและการชี้แนะที่เป็นระบบขั้นตอนที่ครูคอยชี้แนะตลอดเวลานำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ปัญหาต่างๆ ได้ โพลยาได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการตามแผนและขั้นการตรวจสอบ ถ้านักเรียน

แก้ปัญหาโจทย์ปัญหาโดยอาศัยรูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนนี้แล้วจะทำให้ นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) มีความเข้าใจใน ปัญหาอย่างกระจ่างแจ้งว่ามีปัญหาอะไร มีข้อมูลใดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น สามารถระบุได้ว่า ปัญหานั้นเป็นปัญหาให้ค้นหาหรือปัญหาให้พิสูจน์ พร้อมทั้งแยกส่วนสำคัญของปัญหาออกได้ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นปัญหาที่ต้องการและส่วนที่ปัญหากำหนดให้ คือ สามารถบอกได้ว่าอะไรคือ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรให้ และสามารถ วาดภาพประกอบคำอธิบายโจทย์ปัญหาอย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในการวางแผน อาจใช้การทดลอง ลองผิดลองถูก ค้นหารูปแบบที่คล้ายกับที่เคยทำมาโดย ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์เดิม ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ กำหนดเป็นวิธีการและเทคนิคในการแก้ปัญหา อาจเลือกใช้ วิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหา อาทิ พยายามแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องก่อน เดาและทดสอบ ใช้ตัวแปร ใช้เหตุผลโดยตรงและโดยอ้อม สร้างตาราง แก่สมการ ค้นหาสูตรทดลองสร้าง สถานการณ์จำลองและเปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) โดยใช้ทักษะที่เคย เรียนรู้มาลงมือกระทำตามแผน รวมถึงการเขียนอธิบายจนกระทั่งได้คำตอบหรือค้นพบวิธีการ แก้ปัญหาใหม่ ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จตามแผนที่วางไว้ ต้องหาสาเหตุและใช้ประโยชน์จาก ความผิดพลาดครั้งแรก ๆ ในการแก้ปัญหาล้างใหม่ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จโดยผู้แก้ปัญหาคือ ไม่กลัวการเริ่มต้นใหม่ และเริ่มแก้ปัญหาโดยคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 ซึ่งอาจใช้วิธีการ ประมาณค่าได้สำเร็จ

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบหรือการมองย้อนกลับ (Looking Back) คือ การพิจารณาว่า การแก้ปัญหานั้น ๆ ได้เรียบร้อยครบถ้วนทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ คำตอบที่ได้เป็นสิ่งที่ เป็นไปได้หรือไม่ได้อย่างไร โดยการตรวจคำตอบหรือการมองย้อนกลับนอกจากจะช่วยให้พบ ข้อบกพร่องที่อาจมีอยู่ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นแล้วยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจกระบวนการ แก้ปัญหาทั้งกระบวนการให้ดีขึ้น เกิดความคิดในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาให้ดีขึ้นกว่าเดิม สามารถขยายวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม โดยพิจารณาว่าคำตอบสมเหตุสมผล หรือไม่ ตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องก็ปรับปรุงคำตอบให้ถูกต้อง มองหาวิธีการ แก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าและสามารถคิดแปลงเพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่

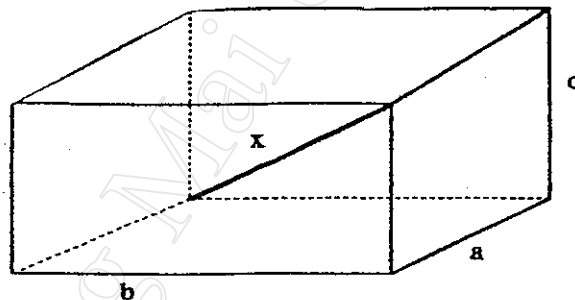
ตัวอย่างการสอนให้นักเรียนแก้โจทย์ตามรูปแบบการแก้ปัญหของโพลยา

โจทย์ตัวอย่าง : จงหาความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาว ความกว้างและความสูงให้

จากโจทย์ตัวอย่างสามารถใช้รูปแบบการแก้ปัญหของโพลยาได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา

จากตัวอย่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้นั้น นักเรียนควรมีพื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการสร้างรูปทรงเรขาคณิต ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบกับห้องเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วลองคาดคะเนดูความยาวของเส้นทแยงมุมของห้อง เพื่อให้นักเรียนค้นหาทางแก้ปัญา โดยครูวาดรูปจำลองบนกระดานพร้อมกับชี้แนะให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของด้านกว้างและด้านยาว และชักถามนักเรียนดังนี้



ครู

โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

นักเรียน

ความยาว ความกว้างและความสูงของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ครู

อะไรคือสิ่งที่ไม่ทราบ

นักเรียน

ความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ครู

โดยทั่วไปสมมติสิ่งที่ไม่ทราบค่าด้วยตัวอักษรอะไร

นักเรียน

x

ครู

ตัวอักษรที่เราใช้แทนความกว้าง ความยาว และความสูงคืออะไร

นักเรียน

a, b, c

ครู

อะไรคือเงื่อนไขของ a, b, c และ x

นักเรียน

x เป็นเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมี a, b, c เป็นความกว้าง ความยาว และความสูง

ครู

เงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาค่า x หรือไม่

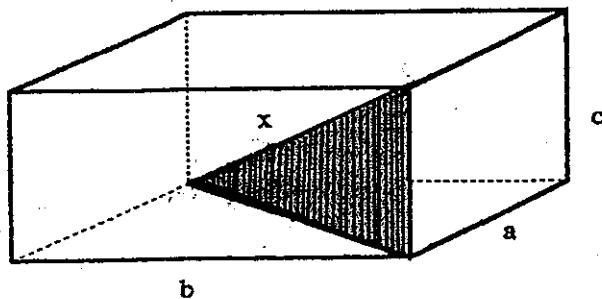
นักเรียน

เพียงพอ

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา

จากตัวอย่างในขั้นที่ 1 ถ้านักเรียนเข้าใจปัญหาทั้งหมดแล้วและอธิบายถึงผลที่จะได้จากการแก้ปัญหานี้ นักเรียนจะมีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหา ถ้าครูเห็นนักเรียนนั่งเฉยหรือไม่แสดงความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาหรือทำต่อไปได้ครูควรใช้ความระมัดระวังในการสนทนากับนักเรียน โดยใช้คำถามเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและความนิ่งเฉยของนักเรียน เพื่อช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหา เช่น

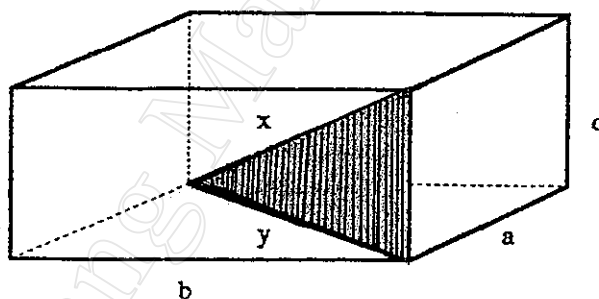
- ครู นักเรียนรู้จักความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่
.....
- ครู ในการหาตัวไม่ทราบค่านักเรียนเคยแก้ปัญหาโจทย์ที่คล้ายกับปัญหานี้หรือไม่
หรือไม่
- นักเรียน เคย เช่น การหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก
- ครู ดีมาก นักเรียนสามารถใช้วิธีเดียวกับการหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่
.....
- ครู นักเรียนโชคได้มากที่ยังจำปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับปัญหานี้และนักเรียนเคยแก้ปัญหานั้นมาก่อน
นักเรียนสามารถนำหลักการหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากมาช่วยในการแก้ปัญหาค้างที่เกี่ยวข้อได้
.....
- ครู นักเรียนเห็นมีรูปสามเหลี่ยมในรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือไม่
ลองวาดรูปดูซิ แล้วดูว่าจะทำอย่างไรต่อไป



- ครู จากรูป นักเรียนจะมองเห็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากอยู่ภายใน ถ้า
นักเรียนจะหาเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก นักเรียนก็ต้อง
หาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากนั่นเอง
- นักเรียน ด้านตรงข้ามของสามเหลี่ยมมุมฉากสามารถคำนวณได้โดยใช้ทฤษฎีบท
พีทาโกรัส เมื่อทราบด้านทั้ง 2 ของสามเหลี่ยมมุมฉาก
- ครู คืบมาก ขณะนี้ครูมองเห็นแผนคำนิยามงานที่นักเรียนมี

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน

จากขั้นที่ 2 ในที่สุดเมื่อนักเรียนวางแผนคำนิยามงานเองแล้ว จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้
ด้านตรงข้ามมุมฉาก x ซึ่งเป็นเส้นทแยงมุมและกำหนดด้านสูงเป็น c ส่วนอีกด้านหนึ่งนักเรียนสมมติ
ให้เป็น y ความยาวของเส้นที่เหลืข้างหน้า คือ a, b ดังนั้นนักเรียนมีความคิดในการแก้ปัญหา
โดยการนำมาช่วยแก้ปัญหาด้านที่ทราบคือ y ในที่สุดการแก้ปัญหาที่รูปสามเหลี่ยมจะได้ความสัมพันธ์
ของด้านทั้ง 3 ดังนี้



- ครู นักเรียนสามารถมองเห็นด้านของสามเหลี่ยมคือด้าน x, y, c เป็นด้าน
ของสามเหลี่ยมมุมฉาก
- นักเรียน เขียนความสัมพันธ์ของด้านทั้ง 3 ได้ ดังนี้

$$x^2 = y^2 + c^2$$

$$y^2 = a^2 + b^2$$

ดังนั้นแทนค่า y^2 ใน $x^2 = y^2 + c^2$ จะได้

$$x^2 = a^2 + b^2 + c^2$$

$$x = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบหรือการมองย้อนกลับ

จากตัวอย่างขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ ขั้นตอนการแก้ปัญหาและใช้ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ตราหรือไม่ คือ นำความยาวของด้าน a, b, c มาแทนค่าในทฤษฎีบทพีทาโกรัสก็จะได้ความยาวของเส้นทแยงมุม คือ $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$

ครู นักเรียนสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ว่าถูกไหม

นักเรียนได้ข้อมูลหมดหรือไม่ ข้อมูล a, b, c มีอยู่ในสูตรการหาเส้นทแยงมุมหรือไม่

ความกว้าง ความยาว ความสูง ที่นักเรียนใช้ในการหาเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาจากการหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากปัญหาคือให้หาเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากซึ่งกำหนดด้าน a, b, c ให้ได้หาความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากตามแผนที่วางไว้หรือไม่

ถ้าส่วนสูง c เพิ่มขึ้น เส้นทแยงมุมจะยาวขึ้น นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ใหม่นี้ได้หรือไม่

.....

นักเรียนจะใช้วิธีแก้ปัญหาจากการพิสูจน์ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามแผนที่วางไว้หลาย ๆ แผน หรือสามารถใช้จินตนาการเกี่ยวกับรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากซึ่งมี x เป็นเส้นทแยงมุม ถ้ากำหนดให้ $a = 10.5, b = 8, c = 6$, จะได้ $x = 14.5$ โดยการตรวจสอบจาก $x = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ ว่าถูกต้องหรือไม่

การดำเนินการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยาทั้ง 4

ขั้นตอน ดังตัวอย่างข้างต้น จะเห็นว่าครูได้ใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการถามและชี้แนะนักเรียนในแต่ละขั้นตอนสำหรับคำถามที่ใช้นั้นจะมีทั้งคำถามที่ดีและคำถามที่ไม่ดี กล่าวคือ การใช้คำถามถามนักเรียนในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนเกือบจะได้คำตอบ นักเรียนอาจจะเข้าใจคำแนะนำที่บอกเป็นนัยในคำถามนั้น ถ้านักเรียนหาคำตอบไม่ได้เขาอาจจะมองไม่เห็นทุก ๆ จุดของคำถาม ดังนั้นคำถามก็ไม่สามารถช่วยสนองความต้องการได้ หากครูใช้คำถามลักษณะเฉพาะเกินไปที่แม้ว่า นักเรียนก็ไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคตได้คำถามนี้ก็ไม่มีประโยชน์ในการให้ความรู้เลย

จากตัวอย่างการสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยานั้นจะเน้นการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาไปตามขั้นตอน โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการทราบอะไร และกำหนดเงื่อนไขอะไรให้ แล้วดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหาว່จะใช้วิธีการใดได้บ้างในการแก้ปัญหาที่พบนั้น ๆ พร้อมทั้งลงมือดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้และขั้นตอนสุดท้ายคือตรวจสอบว่าคำตอบและการคิดคำนวณนั้นถูกต้องหรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ว่าอะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง
2. ขั้นวางแผน เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้
3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผน
4. ขั้นการตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเทคนิคของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนมาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งได้สรุปเป็นนิยามว่าเทคนิคของโพลยา หมายถึง เทคนิคการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยกิจกรรม 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1. การทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่กำหนดให้ ทำความเข้าใจในปัญหา ว่าปัญหานั้นต้องการทราบอะไร

ขั้นที่ 2. การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหว่าการแก้ปัญหจะใช้วิธีการใดได้บ้างและจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3. การดำเนินการตามแผน หมายถึง ความสามารถในการเลือกวิธีการและปฏิบัติตามแผนที่ได้ตั้งไว้เพื่อหาคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4. ขั้นการตรวจสอบ หมายถึง ความสามารถหาผลจกวิธีการแก้ปัญหที่แตกต่างออกไป และสามารถใช้ผลหรือวิธีการแก้ปัญหากับปัญหาอื่นได้หรือไม่

การวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคของโพลยาร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้นิยามการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยาว่าหมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลก..ดวงดาวและอวกาศตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วนำรูปแบบการแก้ปัญหามาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
- ขั้นสอนหรือสร้างความรู้ ประกอบด้วย การอภิปรายก่อนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง
- ขั้นสรุป
- ขั้นการนำไปใช้

โดยในขั้นสอนหรือสร้างความรู้และขั้นการนำไปใช้จะมีการใช้การแก้โจทย์ตามเทคนิคของ โพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้โจทย์ ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 การตรวจสอบ

โจทย์ปัญหา

ความหมายของโจทย์ปัญหา

ได้มีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาไว้หลายท่านด้วยกัน ดังต่อไปนี้

แอนเดอร์สัน และพินกรี (Anderson & Pingry อ้างใน ชำนาญ สีสม, 2537 หน้า 33)

ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาว่าเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการแก้ไขหรือคำตอบซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องมีกระบวนการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ประสบการณ์และการตัดสินใจโดยพร้อมข้อมูล

บุญญ อรุณไพโรจน์ (อ้างใน สนิท ศิริ 2536, หน้า 17) ให้ความหมายว่าโจทย์ปัญหา หมายถึงสภาพปัญหาซึ่งประกอบด้วยจำนวนและตัวเลขตลอดจนคำห้อยล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหาซึ่งนักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการอะไรมาแก้ปัญหานั้น

วิภา วโรตมะวิชัย (2523, หน้า 111) กล่าวถึงความหมายของโจทย์ปัญหาว่าหมายถึงอะไรก็ได้ที่เกี่ยวกับจำนวน ปริมาณ โดยให้สภาพของจำนวนและปริมาณชัดเจนว่าคืออะไร กระทำเพื่ออะไร

จากความหมายของโจทย์ปัญหาข้างต้นพอสรุปได้ว่าโจทย์ปัญหามีความหมายถึงสภาพปัญหา เหตุการณ์หรือสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการแก้ไขซึ่งประกอบด้วยจำนวนและตัวเลขรวมถึงคำห้อยล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งจะต้องตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดมาแก้ปัญหานั้น สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสอนโดยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นิยามโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่วัดความสามารถในการรับรู้ และเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เรื่องโลก...ดวงดาวและอวกาศ ในหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เล่ม 5 ว 305 ตามหลักสูตรขั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ได้มีผู้กล่าวถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลายลักษณะด้วยกันพอสรุปได้ดังนี้

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรคันทวี (2520, หน้า 15) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสอนให้เด็กมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. สอนจากปัญหาจริงที่เด็กประสบอยู่ในชีวิตประจำวันให้สอดคล้องกันระหว่างบทเรียนกับปัญหารอบตัวเด็ก
2. ให้เด็กได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นใน โจทย์ปัญหาต่างๆ แล้วแปลเป็นประโยคคณิตศาสตร์
3. ไม่จำกัดวิธีการคำนวณของเด็ก แต่ครูแนะนำวิธีที่รวดเร็วที่สุด
4. ให้เด็กแสดงเหตุผลต่าง ๆ ก่อน จึงสรุปเป็นหลักการที่เรียกว่า วิธีอุปมาน
5. ให้เด็กได้รู้จักตรวจสอบด้วยตนเองไม่ว่าคำตอบที่คิดออกมาได้นั้นจะเป็นอย่างไร ให้เด็กได้รู้จักทำกลับจากคำตอบกลับมาเพื่อพิสูจน์ว่าคำตอบนั้นถูกต้อง
6. หลังจากเด็กเข้าใจดีแล้วจึงให้เด็กฝึกหัดเพื่อความแม่นยำ
7. จากความรู้ต่าง ๆ ที่เด็กได้เรียนแล้ว หาทางส่งเสริมให้เด็กนำความรู้หรือหลักเกณฑ์ไปใช้เรียกว่า อนุมาน

โพลยา (Polya, อ้างใน สนิท สิริ, 2536, หน้า 23) ได้เห็นความสำคัญถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยเขาได้มีวิธีการวัดความสามารถเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นั่นคือ เข้าใจว่าจะรู้หรือสิ่งที่ไม่รู้จะรู้คือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้างแยกสถานการณ์ออกเป็นส่วน ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นกันคว้าความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นของการตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบการแก้โจทย์ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยอาจจะใช้วิธีการอื่นอีกเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ว่าถูกต้องหรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการแสดงความคิดเห็นในโจทย์ปัญหาต่าง ๆ แล้วแสดงเป็นเหตุผลจากนั้นแสดงเป็นวิธีทำแล้วตรวจคำตอบซึ่งอาจดำเนินการเป็นขั้นตอน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาซึ่งผู้วิจัยได้ให้นิยามของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และระบุวิธีการแก้ปัญหามารูปแบบการแก้ปัญหของโพลยาซึ่งวัดได้จากคะแนนในการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การสอนตามคู่มือครู

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537, หน้า 2-4) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอที่จะสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนการสอนดังนี้

กระบวนการเรียนการสอนยังเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้ มีการผสมผสานกันระหว่างเนื้อหาความรู้และกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ครูมีหน้าที่ชี้แนะแนวทางไม่ใช่ผู้บอกเล่าหรือผู้บรรยาย มีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้และมีการให้นักเรียนอ่านบทเรียนมาล่วงหน้าโดยเฉพาะวิธีการทำการทดลอง เพื่อให้เข้าใจและใช้เวลาอย่างประหยัดแต่ทดลองได้ผล

ลำดับของกิจกรรมในการสอนตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 อย่าง ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปจากคู่มือครูมีลำดับขั้นดังนี้

- การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งคำถาม
- การอภิปรายก่อนการทดลอง
- การทดลอง
- การอภิปรายหลังการทดลอง

การนำเข้าสู่บทเรียน

การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนให้ม่ต่อการเรียนนั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิดสงสัยและสนใจอยากรู้คำตอบ การที่นักเรียนไม่รู้คำตอบมาก่อนเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากรสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้นในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่จึงมีการใช้คำถามโดยเขียนไว้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ส่วนการตั้งปัญหา ครูจะเป็นผู้อภิปรายการตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

การอภิปรายก่อนการทดลอง

กิจกรรมในขั้นนี้ครูผู้สอนเป็นผู้อธิบายวิธีการทดลอง การแนะนำวิธีใช้วัสดุอุปกรณ์ การเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในหนังสือเรียนได้เขียนวิธีการทดลองไว้เพื่อให้ให้นักเรียนปฏิบัติตาม

การทดลอง

การทดลอง เป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลอง ในบางบทเรียนที่ไม่อาจจัดให้มีการทดลองได้ เพราะอุปกรณ์การทดลองหายากและราคาแพงมีความปลอดภัยน้อย ครูก็จะนำเสนอข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม นั่นคือนักเรียนจะต้องแปลความหมายข้อมูลนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปถึงแนวความคิดหรือหลักการสำคัญ

การอภิปรายหลังการทดลอง

เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ก็จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาครูต้องเน้นอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้ความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

เนื้อหาและจุดประสงค์เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนทราบได้จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ปัญหาอยู่ที่ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์หรือปัญหาได้สอดคล้องกับสิ่งที่จะสอนอย่างไรจึงจะดึงดูดความสนใจความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จะศึกษาบทเรียน สถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถทำได้หลายรูปแบบเช่น การใช้วาจา ได้แก่ การอภิปราย สนทนาซักถาม เล่าเรื่องหรืออาจใช้อุปกรณ์ต่างๆ ควรเป็นสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวดึงดูดความสนใจของนักเรียนและพบเห็นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ในหนังสือเรียนมีเนื้อหาด้านการนำไปใช้เสริมความรู้ของนักเรียนนอกเหนือจากการทดลองที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง ซึ่งครูผู้สอนใช้การอภิปรายเพื่อเสริมความรู้ของนักเรียน จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปขั้นตอนของกิจกรรมการสอนตามคู่มือครู เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้อยากเห็น โดยการใช้คำถาม
2. ขั้นสอน ประกอบด้วย การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง การอภิปรายหลังการทดลอง
3. ขั้นสรุป เป็นการรวบรวมข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ หรือหลักการที่นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นความคิดรวบยอด โดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
4. ขั้นการนำไปใช้ เป็นการเสริมความเข้าใจนักเรียน โดยมีการอภิปรายถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้คำนิยามของการสอนตามคู่มือครูว่า หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องโลก...ดวงดาวและอวกาศ ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอนหรือสร้างความรู้ ขั้นสรุป และขั้นการนำไปใช้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สุธรรม จันทน์หอม (2519, หน้า 19) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้สรุปได้ว่าเป็นผลของการเรียนการสอน ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากการอบรมสั่งสอนของครู

วิเชียร เกตุสิงห์ (2523, หน้า 42) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่างๆ ทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาในอดีต

บุญส่ง นิลแก้ว (2519, หน้า 48) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือประสิทธิภาพทางการศึกษา หมายถึงความสามารถของบุคคลที่ได้เรียนรู้ ได้รับการฝึกฝนอบรมสั่งสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นความสามารถในการเรียนในโรงเรียนหรือสถานศึกษา”

ไพศาล หวังพานิช (2526, หน้า 89) ได้กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน”

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความรู้และทักษะที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนภายหลังจากได้ศึกษาและอบรมในเรื่องนั้นมาแล้ว โดยเน้นความสามารถในการเรียนในโรงเรียนหรือสถานศึกษา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่อง โลก...ดวงดาวและอวกาศ และได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาเรื่อง โลก...ดวงดาวและอวกาศที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งวัดพฤติกรรม 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง โลก...ดวงดาวและอวกาศ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลายลักษณะดังนี้

ชวลิต แพร่ศุกุล (2516, หน้า 100) กล่าวว่า “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองในด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงทั้งจากโรงเรียนและทางบ้าน ชกวัน การวัดทางร่างกาย ความถนัดและ

บุคลิกภาพทางสังคม อันได้แก่อารมณ์และการปรับตัวเป็นต้น”

บุญส่ง นิลแก้ว (2519, หน้า 48) กล่าวว่า “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในสถานศึกษาทุกระดับ เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและการแก้ปัญหาจากสิ่งที่ได้เล่าเรียนในสถาบัน”

วรรณวดี นัลลาพอง (2520, หน้า 68) กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงจากโรงเรียนและจากทางบ้าน

วิเชียร เกตุสิงห์ (2530, หน้า 72) ได้อธิบายความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ยกเว้นการวัดทางด้านร่างกาย

ประวิทย์ ชูศิลป์ (2524, หน้า 14, 25) กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องวัดไว้ 4 ด้านคือ

1. ความรู้ ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้ไปใช้

จากที่ได้กล่าวมาพอสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ สมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ เป็นการวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการว่านักเรียนเรียนรู้อย่างไรแล้วเท่าใดส่วนแบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นจะวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องโลก...ดวงดาวและอวกาศ ดังนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาเรื่อง โลก...ดวงดาวและอวกาศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งวัดพฤติกรรม 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

พยอม ดันมณี (2516) ได้ศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีผลต่อการพัฒนาการด้านบุคลิกภาพทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งกับและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 268 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สัมพันธุ์ ดันมณี(2518) ได้ศึกษาบทบาทการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการบุคลิกภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งกับและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 และ ม.ศ. 2 ในปีการศึกษา 2515-2516 ใช้เวลาศึกษา 2 ภาคเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ใช้ทดสอบทั้งก่อนและหลังการสอน ผลพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 หลังจากได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แล้วพบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

วรรณวิ วรรณศิลป์ (2522) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ยุพิน ไชยวงศ์ (2537) ได้ทดลองการใช้แบบฝึก โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนแบบ RPSCP ในการสอน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยยึดหลักการสอนตามรูปแบบการแก้ปัญหของโพลยาพบว่าแบบฝึก โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนแบบ RPSCP มีประสิทธิภาพ 78.74/72.86 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบฝึก โจทย์ตามรูปแบบการสอนแบบ RPSCP ได้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากได้รับการฝึกตามรูปแบบการสอนแบบ RPSCP สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์คาร (2541) ได้ศึกษาการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาในโรงเรียนปริมังคล์วิทยาลัยจังหวัดเชียงใหม่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาและกลุ่มควบคุมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบมีจำนวนร้อยละ 76.85 และร้อยละ 73.25 ตามลำดับและนักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาได้

งานวิจัยต่างประเทศ

มาฮัน (Mahan, 1970) ได้ศึกษาผลการสอนของครูสองแบบ คือการสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture Discussion) และการสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรดเก้า จำนวน 4 ห้องเรียน เป็นชาย 48 คน หญิง 21 คน ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกคือ ระดับสติปัญญา คุณวุฒิของผู้สอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปี แล้วทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าเด็กชายที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าเด็กชายที่ได้รับการสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปราย นอกจากนั้นกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหามีคุณสมบัติดังนี้ ก็นักเรียนชายจะมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น นักเรียนทั้งชายและหญิงเจริญงอกงามด้านความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหาและมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนชาย

แฟรงค์ (Frank, 1985) ได้ศึกษาการปรับปรุงการสอนเพื่อปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีทั่วไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยปีที่ 1 โดยให้กลุ่มทดลองได้เผชิญกับการแก้ปัญหาใหม่ๆ แล้วแบ่งกลุ่มการทำงานออกเป็นกลุ่มเล็กๆ เพื่อแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นการสอนแบบบรรยายยัดครูเป็นผู้สอนโดยตรง แล้วให้การบ้านเพื่อให้นักศึกษาแก้ปัญหา ทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการสอน 1 ภาคเรียน ผลการวิจัยพบว่าคะแนนจากการทดสอบของนักศึกษาในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในด้านทักษะการแก้ปัญหาทั่วไปของนักศึกษาในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม