

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความสามารถในการเผชิญอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการจัดการเรียน ที่เน้นการกำหนดปัญหากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีของนักการศึกษา ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังเอกสารนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
2. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหา
 - 2.1 บทบาทของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการกำหนดปัญหา
 - 2.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการกำหนดปัญหา
 - 2.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการกำหนดปัญหา
3. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้
 - 3.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้
 - 3.2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - 3.3 บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค (AQ)
 - 5.1 ความหมายของความสามารถในการเผชิญอุปสรรค
 - 5.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเผชิญอุปสรรค
 - 5.3 คุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรค
 - 5.4 การวัดความสามารถในการเผชิญอุปสรรค
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า

3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะ และศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีการคิด วิธีการทำงาน ได้เหมาะสมกับสถานการณ์

4. มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำเนินชีวิต

5. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี

6. มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าผู้บริโภค

7. เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

8. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม

9. รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม

เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องมีแนวปฏิบัติในการจัดหลักสูตรสถานศึกษา จึงได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. ระดับช่วงชั้น กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน ดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

2. สาระการเรียนรู้ อาจจัดเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่ง ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กลุ่มที่สอง ประกอบด้วย สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ

3. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ กิจกรรมแนะแนว และกิจกรรมนักเรียน
4. มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของแต่ละกลุ่ม กำหนดเป็น 2 ลักษณะ คือ มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
5. เวลาเรียน หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้และ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ไว้ดังนี้
 - ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800 – 1,000 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 4 – 5 ชั่วโมง
 - ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800 – 1,000 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 4 – 5 ชั่วโมง
 - ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 1,000 – 1,200 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 5 – 6 ชั่วโมง
 - ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีเวลาเรียนปีละไม่น้อยกว่า 1,200 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน 2.2 : วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน 3.2 : ใช้การนึ่งภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปแบบ (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหา

2.1 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการกำหนดปัญหา

วอลเตอร์ (Walter. 1988 : 190) กล่าวว่า วัฏจักรการกำหนดปัญหา (Problem posing) เป็นการกระตุ้นให้ครูและนักเรียนสร้างปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้น ครูและนักเรียนสามารถเสริมสร้างความเข้าใจความรู้และขยายความรู้ที่ใหม่กว่าหรือมากกว่าเดิม ในกระบวนการกำหนดปัญหา (Problem posing) ทั้งครูและนักเรียนจะถูกกระตุ้นเพื่อตั้งปัญหา ไม่เพียงแต่ช่วยให้เข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์เท่านั้นยังช่วยเสริมสร้างในการฝึกทักษะสำหรับแบบฝึกหัดได้เป็นอย่างดี การกำหนดปัญหามีความสัมพันธ์กันกับการแก้ปัญห

เบอร์ริส (Burris, 2005 : 37) กล่าวว่า ในการกำหนดปัญหา ครูควรจะต้องสร้างปัญหาที่น่าสนใจแก่ผู้เรียน และครูต้องแน่ใจว่าปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นมานั้นจะต้องอยู่ในระดับขั้นหรือระดับการพัฒนาที่เหมาะสมต่อผู้เรียน ในการกำหนดปัญหานั้นจำเป็นต้องมีสูตรที่ดี แต่ก็ไม่ได้แปลว่าปัญหาจะต้องมีคำตอบตายตัว หรือวิธีการแก้ปัญหาคือตายตัว ปัญหาอาจจะมีมากกว่าหนึ่งคำตอบหรือมีมากกว่าหนึ่งทางแก้ปัญหาก็ได้ ปัญหาซึ่งมักจะสร้างตัวอย่างการแก้ปัญหานั้นดี ปัญหานั้นต้องสามารถเข้าใจได้โดยผู้เรียนเอง การกำหนดปัญหานั้นจะนำครูสร้างการแก้ปัญหาคือค่า เป็นการฝึกประสบการณ์ที่น่าตื่นเต้นให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะสร้างตัวเลขของเขาเองได้ ผู้เรียนจะไม่อยู่อย่างเฉย ผู้เรียนจะฟังครูสอนไปในทางการเรียนรู้ตัวเลขของผู้เรียน และจะไม่นั่งฟังอย่างเฉย ๆ ผู้เรียนจะได้รับการแนะนำไปสู่การเข้าใจอย่างถ่องแท้ และมีโอกาสให้ได้คิด ได้โต้ตอบและอภิปราย

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000 : 451) ให้ข้อเสนอแนะว่า การกำหนดให้สร้างปัญหาของผู้เรียน ควรยกข้อมูลให้ผู้เรียนตั้งคำถาม ให้ผู้เรียนสมัครรับพิชิตชอบที่จะถกปัญหากันในห้องเรียนในหัวข้อในหนังสือ หรือครูเริ่มที่จะให้เกิดการค้นหาคำของปัญหาขึ้นให้ผู้เรียนร่วมกันทำให้เกิดและการพัฒนาความสามารถ ให้มีความน่าสนใจในคณิตศาสตร์รวมถึงคุณค่าในการตั้งปัญหา ผู้เรียนสามารถที่จะแก้ปัญหาคด้วยตัวเองและการย้อนกลับมาคิด อาจจะทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์ เกิดความสามารถในการทำคณิตศาสตร์ได้

โลว์ไร (Lowrie, 2000 : 354-355) กล่าวว่า การกำหนดปัญหานั้นนับว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเคียงคู่ไปกับการแก้ไขปัญหา และถือเป็นส่วนหนึ่งของหัวใจในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในเชิงคณิตศาสตร์

สรุป การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการกำหนดปัญหา เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการตั้งปัญหาและหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้น

2.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการกำหนดสถานการณ์ปัญหา

บราวน์ และวอลเตอร์ (Brown & Walter, 1990 : 147) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ว่าเป็นการเรียนจากปัญหา ครูผู้สอนเป็นผู้คอยเสริมแรง เป็นผู้แนะนำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ กระตุ้นให้อยากที่จะศึกษาปัญหา ยอมรับปัญหา และให้ประสบการณ์ความรู้เดิมเพื่อสามารถถามคำถามมีความเข้าใจเกี่ยวกับคำถาม ก่อนที่จะตอบปัญหา ผู้ตอบต้องตอบว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ทำไมจึงเป็นเช่นนี้ เช่น “ใช่! ไก่ของฉันทำไมจึงแตก” เหตุผลที่จะอธิบายว่าไก่แตกเพราะอะไรนั้นยังไม่ใช่สิ่งที่ครูต้องการ สิ่งที่ครูต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนก็คือ คำถามของนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการกำหนดสถานการณ์ปัญหา ครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด เพื่อให้ผู้เรียนเกิด

คำถาม หรือถกเถียงคำตอบได้ หลังจากนั้นครูจะเป็นผู้แนะแนว และชี้แนะโดยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบคำตอบ คำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ตรงและเหมาะสมกับชั้นเรียนนั้น ๆ ด้วย

บราวน์ และวอลเตอร์ (Brown & Walter. 1990 : 145) ได้คำนึงถึงการกำหนดปัญหาที่มีความสำคัญต่อกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉะนั้นการกำหนดปัญหาจึงเป็นสิ่งที่แยกไม่ได้รับการแก้ปัญหา ก่อนจะได้ถึงกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ถูกกำหนดจึงจะทำให้มนุษย์มีประสบการณ์ก่อนที่จะเผชิญกับสถานการณ์จริง เช่น

1. ลักษณะของกิจกรรมที่ต้องใช้กระบวนการคิดหรือความสามารถในกิจกรรมคณิตศาสตร์

2. ลักษณะขั้นตอนที่นักเรียนได้ถูกไต่ถาม

3. วิธีการที่ปรับปรุงนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4. การทำความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์

จากลักษณะความสำคัญและกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการกำหนดปัญหา พอจะสรุปได้ว่าส่วนสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นการกำหนดปัญหา เพื่อไปสู่การแก้ปัญหา ครูต้องถามเพื่อช่วย กระตุ้น ให้ผู้เรียนอยากที่จะศึกษาปัญหาขอรับปัญหา และใช้ประสบการณ์ความรู้เดิม เพื่อสามารถถามคำถามที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับคำถาม ก่อนที่จะตอบปัญหา คำถามที่น่าสนใจสามารถใช้ได้บ่อยๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเดาคำถามหรือถกเถียงคำตอบได้

2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการกำหนดปัญหา

บราวน์และวอลเตอร์ (Brown & Walter. 1990 : 471) ได้ให้ความหมายการกำหนดปัญหา คือ การที่ผู้เรียนกำหนดคำถามมาได้ เพื่อให้คำตอบกลายเป็นสิ่งที่มีประโยชน์และมีคุณค่า และครูสามารถโน้มน้าวผู้เรียนให้ดำเนินการทำกิจกรรมนั้นได้ กำหนดปัญหามี 3 วิธีคือ

1. การยอมรับสิ่งที่มีมาให้ (Accepting the given) เป็นการใช้สถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวและใช้ความคิดพื้นฐานกระตุ้นให้คิดถึงคำถามขึ้นมา การถามคำถามของนักเรียนหมายถึงการได้มองไปยังจุดเริ่มต้น การตั้งคำถาม (Pose question) จะอยู่ในใจของนักเรียน นักเรียนจะยอมรับสิ่งที่ให้มา หลังจากที่ทำให้นักเรียนได้คิดถึงวลีของการถามคำถามหลาย ๆ ครั้ง ในจุดเริ่มต้นที่แตกต่างกัน นักเรียนจะกลายเป็นักเรียนที่ตั้งคำถามที่ดีขึ้นตามลำดับ กิจกรรมการถามคำถามนักเรียนนี้เพื่อกำหนดปัญหาขึ้นมาเป็นแนวทางสำหรับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาใกล้ตัวก่อน

2. เทคนิค ถ้าไม่เป็นเช่นนี้แล้วจะเป็นเช่นไร (The What-If-Not? Technique) เทคนิคนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการสร้างคำถามใหม่ ๆ ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่ง บราวน์และ

วอลเตอร์ (Brown & Walter. 1990 : 18-21) เรียกว่า เทคนิค ถ้าไม่เป็นเช่นนี้แล้วจะเป็นเช่นไร (The What-If-Not? Technique) เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจว่าจะแก้ไขปัญหาเบื้องต้นซึ่งนักเรียนรู้ว่าแก้ไขได้อย่างไรแล้ว เทคนิค ถ้าไม่เป็นเช่นนี้แล้วจะเป็นเช่นไร (The What-If-Not? Technique) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกจุดเริ่มต้น (Choose a starting point) กำหนดสิ่งที่เลือกมาให้เด็กนักเรียน
2. จดบันทึกรายการคุณสมบัติ (Listing attributes)
3. ใช้คำถาม ถ้าไม่ใช่แล้วจะเป็นอะไร (Asking “What-If-Not?”)
4. ถามคำถามเพื่อเปลี่ยนแปลงรายการคุณสมบัติ (Question asking on changed

attributes)

3. วิเคราะห์แต่ละคำของปัญหาที่กำหนดมาให้ (Looking at each word in a sentence) คือ การให้ความสำคัญกับแต่ละส่วนของสิ่งที่กำหนดมาให้

วอลเตอร์ (Walter. 1988 : 190 – 200) ศาสตราจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยโอเรกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ปัญหาทำให้เราสามารถสร้างคำถามและการที่นักเรียนได้รู้จักการใช้คำถามนั้นจะเป็นประโยชน์ต่อกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ การกำหนดปัญหาก่อให้เกิดอะไร มีขั้นตอนดังนี้

1. ยอมรับปัญหา
2. เทคนิคการตั้งคำถาม
 - 2.1 เลือกปัญหา
 - 2.2 หาสาเหตุของปัญหา
 - 2.3 เลือกลักษณะปัญหาโดยตั้งคำถาม
 - 2.4 ให้เหตุผลของการแก้ไขปัญหา
3. วิเคราะห์

การกำหนดสถานการณ์ปัญหา ตามแนวคิดของบราวน์ (Brown. 2002 : 5-7) พบว่า เป็นไปไม่ได้ที่จะแก้ปัญหโดยปราศจากการกำหนดสถานการณ์ปัญหา และในการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้การกำหนดสถานการณ์ปัญหาก่อนการแก้ปัญหานั้นมีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. สร้างข้อมูลจากข้อเท็จจริงที่มีอยู่
2. วาดภาพสิ่งที่เกี่ยวข้องจากข้อความ
3. ใช้ข้อความเพื่อจะจินตนาการทางเลือกสิ่งที่ต้องการ
4. คัดค้านบางส่วนจากข้อสันนิษฐาน

5. สร้างคำถามใหม่

โดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เป็นผู้ชอบคิด ชอบถามมาตั้งแต่ยังเด็ก เด็กจะถามคำถามต่อเนื่อง เป็นลูกโซ่ คือ ถามว่า “อะไร...ทำไม...เพราะอะไร...” เมื่อได้คำตอบมาเด็กจะนำส่วนของคำตอบนั้น มาถามต่ออย่างไม่สิ้นสุด การไม่ชอบคิดจึงไม่ได้เกิดจากธรรมชาติ (อนุชิต ถ้ายอดมรรคผล. 2542 : 7) ดังนั้นในการกำหนดปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งจะกระตุ้นผู้เรียน เป็นเหมือนแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่ครูและนักเรียนจะต้องพูดคุย ปรัชญามีการสัมพันธ์กันตลอดเวลา

ซึ่งบราวน์และวอลเตอร์ (Brown & Walter. 1990 : 54) กำเนิงการกำหนดปัญหามีความสำคัญต่อกิจกรรมคณิตศาสตร์ การกำหนดปัญหาเป็นสิ่งที่แยกไม่ได้ของการแก้ปัญหา ก่อนจะถึงกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นจึงจะทำให้มนุษย์มีประสบการณ์ก่อนที่จะเผชิญกับสถานการณ์จริง เช่น

1. ลักษณะของกิจกรรมที่ต้องใช้กระบวนการคิดหรือความสามารถในกิจกรรมคณิตศาสตร์

2. ลักษณะขั้นตอนที่นักเรียนได้ถูกไต่ถาม

3. วิธีการที่ปรับปรุงนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4. การทำความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์

ในสถานการณ์ชีวิตจริงของมนุษย์จะใช้คณิตศาสตร์สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวโดยใช้สิ่งหนึ่งเชื่อมโยงไปหาสิ่งอื่น ๆ ต่อไป ดังนั้น ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นการฝึกเผชิญกับปัญหาซึ่งได้ถูกกำหนดขึ้นจากเหตุการณ์จริง เป็นการฝึกให้รู้จักตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบรู้วิธีการในการแก้ปัญหาจากประสบการณ์ที่ได้ก็จะนำไปใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริงอีกต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยเน้นการกำหนดปัญหา (Problem posing) ตามแนวของ วอลเตอร์ และใช้กระบวนการ What – If – Not ตามแนวคิดของบราวน์และวอลเตอร์ (Brown & Walter. 1990 : 145) เป็นกรอบแนวคิดในการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา (กระตุ้นผู้เรียน จุดเริ่มต้นของขั้นนี้ คือ การพูดคุยสนทนากันระหว่างครูและผู้เรียนถึงสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อสร้างแผนผังมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนยอมรับปัญหา) โดยใช้กระบวนการ What – If – Not มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกจุดเริ่มต้น

2. ให้เหตุผลในการเลือกจุดเริ่มต้น

3. พิจารณาข้อมูลและถามว่า ถ้าไม่ใช่แล้วทำไม แล้วให้เหตุผล

4. กำหนดทางเลือก 1 หรือ 2 ทางเลือก โดยให้เหตุผล 1 หรือ 2 และถามคำถามเดิม (ถ้าจุดเริ่มต้นเป็นคำถาม) โดยถามหาคำตอบให้มีการพัฒนาจุดเริ่มต้นโดยการทำให้ยอมรับปัญหาหรือใช้เทคนิค เพื่อเปลี่ยนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดแผนการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาลงด้วยวิธีใด จะได้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขึ้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลงที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาลงและเลือกวิธีแก้ปัญหาลง

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาลงใหม่

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นการนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหาลงมาอภิปรายโต้เถียงกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 6 นำไปประยุกต์ใช้ นำแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหาลงไปใช้แก้ปัญหาลงในสถานการณ์อื่น

จากลักษณะความสำคัญและกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการกำหนดปัญหา พอจะสรุปได้ว่า ส่วนสำคัญที่จะต้องนำมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเน้นการกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาลงนั้นครูต้องถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอย่างที่จะศึกษาปัญหา ยอมรับปัญหา และใช้ประสบการณ์ความรู้เดิม เพื่อสามารถถามคำถามที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามก่อนที่จะตอบปัญหา คำถามที่น่าสนใจสามารถใช้ได้บ่อย ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิด จะช่วยให้เด็กเรียนมีโอกาสเดาคำถามหรือถกเถียงคำตอบได้

3. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้

3.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

บูดนิทซ์ (Budnitz. 2003 : 164) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ทำให้คำจำกัดความ โดยศูนย์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีต้นกำเนิดจากนักวิทยาศาสตร์ ครูและ นักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2550 : ออนไลน์) ได้ระบุว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า

คณะศึกษานิเทศก์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต1 การสืบเสาะหาความรู้ คือ การถามคำถามที่สงสัยและเป็นปัญหา ที่สามารถสืบค้นหาคำตอบได้ และสื่อสารคำตอบออกมาได้

สมาคมวิจัยแห่งชาติ (National Research Council (NRC). 1996 : 200) ได้ระบุว่า การสืบเสาะหาความรู้ คือ กิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

วู และ ฮี (Wu & Hsieh. 2006 : 78) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม ออกแบบการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การคิดค้นประดิษฐ์ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสื่อสารคำอธิบาย

กู๊ด (Good. 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่ามีลักษณะเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา (Problem solving approach) โดยระบุลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรม

คาริน (Carin. 1993 : 86) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่เมื่อพบปัญหาแล้วมีการตั้งสมมติฐานหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ ทดสอบสมมติฐานนั้น ด้วยข้อมูลที่รวบรวมได้ แล้วพยายามที่จะประยุกต์ข้อสรุปนั้นมาเป็นความรู้ใหม่ โดยมีประเด็นหลักอยู่ที่กระบวนการ (Process) มากกว่าผลผลิต (Product)

มัวร์ และ ควินน์ (Moore & Quinn, 1994 : 212) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งมั่นเพื่อจะแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537 : 92) ได้ระบุว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์อันหนึ่งอันใดในการค้นหาความจริง การสืบเสาะเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย สถานการณ์นั้น จึงเป็นปัญหาสำหรับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนต้องค้นหาสาเหตุเพื่อมาอธิบายปัญหานั้น โดยผู้เรียนและผู้สอนเป็นผู้สืบเสาะด้วยการตั้งคำถาม จุดมุ่งหมายปลายทางคือผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ด้วยตนเอง

สมชาย ชูชาติ (2538 : 82) กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาเพื่อจะพัฒนาความสามารถในการใช้สติปัญญาของผู้เรียน

วิจิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองโดยใช้การสังเกต สอบถาม และทดลองจนได้ข้อสรุป

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 16) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดให้ เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

กรมวิชาการ (2544ข : 36) ระบุว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการคิดเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาและสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแก้ปัญหาได้

ไสว พิทขาว (2544 : 102) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยคำถาม จัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูผู้สอนจะลดลง ผู้สอนจะเปิดโอกาสและชี้แนะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเองจากการถามตอบหรือครูและผู้เรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545 : 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้

ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการใช้การแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

โดยสรุปการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษา อธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งวางอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานหรือเหตุผลต่าง ๆ และอีกความหมายคือเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีระบบเพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษา

3.2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอนเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ และได้ใช้กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2546 : 35) ได้ระบุรายละเอียดถึงแต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจ อาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ หรือทำท่ายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาการศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า อ่านเรื่อง อภิปราย พุดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. การสำรวจและค้นคว้า นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

3. การอธิบาย นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง โดยมี การอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยาย กรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจน ยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความ ละเอียดยิ่งขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือ สมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่อง อื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อ นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมิน ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือ หลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

บรูเนอร์ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2538 : 178 – 179) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ไว้เป็น 4 ขั้น ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ OEPC Techniques ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

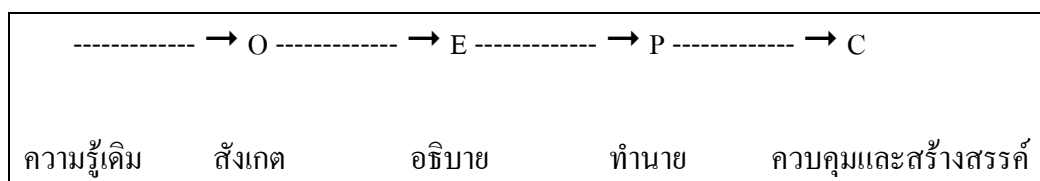
1. ขั้นสังเกต (Observation - O) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดอันดับแรกของกระบวนการ แสวงหาความรู้ ขั้นสังเกตนี้ครูจัดสถานการณ์ กิจกรรมหรือสถานการณ์ทดลอง ให้ผู้เรียนสังเกต จะทำ ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาด้วยใจ ผู้เรียนจะถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วจดบันทึกข้อมูลเหล่านั้นไว้เป็น พื้นฐาน เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาตั้งสมมติฐานต่อไป

2. **ขั้นอธิบาย (Explanation - E)** เมื่อใช้การสังเกตการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นแรกแล้วต่อไปพยายามอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ว่ามีอะไรเป็นสาเหตุ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นโดยพยายามหาแนวทางในการอธิบายไว้หลาย ๆ ทางตามแบบของการตั้งสมมติฐาน

3. **ขั้นทำนายหรือคาดคะเน (Prediction - P)** เมื่อทดลองสมมติฐานเพื่อหาทางอธิบายว่าปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุจากอะไรแล้วผู้เรียนก็พอจับเค้าโครงของปัญหาได้แน่ชัดขึ้น ฉะนั้นจะสามารถคาดคะเนได้ว่า ถ้ามีสาเหตุเช่นเดียวกันอีก จะเกิดอะไรตามมา แม้ว่าจะไม่มีสถานการณ์เช่นนั้นปรากฏให้เห็นจริง ๆ

4. **ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and creativity - C)** คือ ขั้นที่สามารถนำแนวคิดที่ได้รับไปใช้การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

สรุปขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของบรูเนอร์ได้ดังแผนภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของบรูเนอร์

ที่มา : เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2538 : 178

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2537 : 96 - 97) ได้ระบุนรายละเอียดถึงขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ว่า

ขั้นที่ 1 สอนผู้เรียนว่าจะใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อย่างไร และจะเรียนคณิตศาสตร์โดยผ่านการสืบเสาะ ก็คือ การอธิบาย และอภิปราย 4 ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนควรอภิปรายเกี่ยวกับการตั้งคำถามและกิจกรรมการตั้งคำถามและกิจกรรมซึ่งกำหนดให้ภายใต้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนควรรวบรวมคำถามและกิจกรรมเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในแต่ละขั้นของการสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จ

ในขั้นนี้ผู้เรียนควรได้รับการกระตุ้นให้ค้นหาแบบรูปทางคณิตศาสตร์ วิธีดำเนินการและสรุปนัยทั่วไป ความกระตือรือร้นเป็นลักษณะที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูควรใช้คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและหลักการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ในขั้นนี้ผู้สอนควรจะแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักแหล่งเรียนรู้และวิธีการรวบรวมข้อมูล เมื่อใช้ในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์ สังเคราะห์ด้วยวิธีการฝึกตั้งคำถาม เพื่อให้มองเห็นแนวทางว่าจะรวบรวมข้อมูลอย่างไร

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่จัดรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางสรุปปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนควรทำงานตามลำพังหรือเป็นกลุ่มย่อย ผู้สอนช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย ผู้เรียนใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นไปอย่างช้า ๆ ข้อสำคัญก็คือ ผู้สอนต้องหลีกเลี่ยงการแทรกแซงและบอกผู้เรียนว่าทำอย่างไร

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์และประเมินวิธีการสืบเสาะหาความรู้ เป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยขั้นนี้ผู้เรียนจะตั้งคำถามว่าฉันได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ผู้เรียนจะเข้าใจดียิ่งขึ้น โดยการประเมินด้วยตนเอง คำถามจะมีทั้งของครูผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนควรตอบทุกคำถาม ผู้สอนอาจจะมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในการถามนำเพื่อให้ผู้เรียน ได้วิเคราะห์และประเมินเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ควรจะถามตัวเองว่า “ฉันได้เรียนอะไรเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และฉันเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีสืบเสาะหาความรู้อย่างไร”

สมชาย ชูชาติ (2538 : 82 - 83) กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. ขั้นการตั้งเป้าหมาย คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมให้นักเรียนทั้งในด้านความรู้ และการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง
2. ขั้นสังเกต คือ ขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนสังเกต ส่วนใหญ่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละครปริศนา ในขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์
3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาข้อใจ ในรูปแบบของเหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎี ฝึกการคิดแบบมีเหตุผล และฝึกการวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุหรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ
4. ขั้นทำนายและทดลอง คือ ขั้นที่ครูช่วยให้นักเรียนรู้หาวิธีพิสูจน์คำอธิบายหรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ร่วมกันสร้างขึ้น โดยฝึกให้รู้จักการทำนายผล เมื่อเราแปรค่าสาเหตุและฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหาด้วยวิธีการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย ตลอดจนการทดสอบสมมติฐานนั้น
5. ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ คือ ขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบใช้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการควบคุม และสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมภายในและภายนอกของมนุษย์

ขั้นตอนการสอนสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวข้างต้น อาจสรุปเป็น 4 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. การสังเกต นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมอันเป็นปัญหาพยายามนำความคิดรวบยอดเดิมมาแปลความหมาย ทำความเข้าใจจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องสัมพันธ์กับสภาพการณ์อันเป็นปัญหานั้น

2. การอธิบาย นักเรียนจัดโครงสร้างความคิด ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบาย คิดทบทวนหรือทำความเข้าใจปัญหานั้น ๆ ให้ชัดเจน เปลี่ยนแปลงโครงสร้างความคิดหลาย ๆ รูปแบบ เพื่ออธิบายทำความเข้าใจปัญหา

3. การทำนายและทดลอง เมื่อจัดโครงสร้างความคิดหลาย ๆ รูปแบบหรืออธิบายปัญหาแล้วมองแนวทาง มีความเข้าใจ สามารถทำนายหรือพยากรณ์ได้ว่า เมื่อเป็นเช่นนี้ผลจะเป็นอย่างไร อะไรจะเกิดขึ้น

4. การนำไปใช้และสร้างสรรค์ สามารถทำความเข้าใจได้ แก้ปัญหาได้ สามารถกว้างไกลออกไปในการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง คิดสร้างสรรค์นำไปใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ ไม่จำกัดอยู่เพียงการแก้ปัญหาหรือพอใจแต่เพียงการแก้ปัญหาได้เท่านั้น

เสาวนีย์ สิกขบัณฑิต (2538 : 178 - 179) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการหาความรู้วิธีหนึ่ง ที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การสังเกต (Observing) จะสังเกตเหตุการณ์หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยความสนใจ

2. การตั้งคำถาม (Questioning) เมื่อเกิดข้อสงสัยว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ก็จะเริ่มสำรวจหาข้อมูลต่างๆ มาประกอบการพิจารณา ด้วยการไต่ถามหรือสอบสวนหาข้อมูลต่าง ๆ โดยพยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ โดยตรง เพื่อจะให้ได้คำตอบมาช่วยเฉลยปัญหาหรือข้อสงสัยให้กระจ่าง

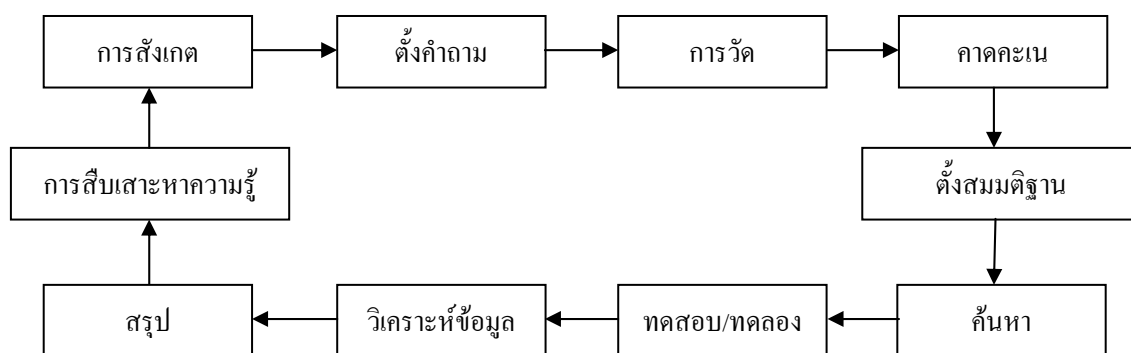
3. การวัด (Measuring) ในขณะที่ดำเนินการถามหรือการตอบคำถามอยู่นั้น จำเป็นจะต้องมีการกระทำต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องนั้นคือ การวัดซึ่งจะวัดทั้งขนาด น้ำหนักและเวลา

4. การเดา (Guessing) เมื่อมีการวัดแล้วจะลองเดาหรือคาดคะเน โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาประกอบการคาดคะเน บางทีอาจจะผิดหรือถูกก็ได้

5. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) เพื่อให้การคาดคะเนใกล้เคียงความจริงมากขึ้นก็จะต้องลองตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) ขึ้นหลาย ๆ ทาง

6. การค้นหา (Investigating) การหาเส้นทางของความน่าจะเป็นไปได้ของสมมติฐานแต่ละอันให้อยู่ในวงจำกัดที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

7. การทดสอบ ทดลอง (Testing, experimenting) จะทดสอบหรือทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งจดบันทึกข้อมูล
8. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) นำข้อมูลที่จดบันทึกไว้มาทำการวิเคราะห์
9. การสรุป (Concluding) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จแล้ว ก็จะสรุปผลสรุปเป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ดังแผนภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ที่มา : เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2538 : 179

วิจิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. สังเกต เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องราวหรือการทดลองที่น่าสนใจ ให้นักเรียนสังเกตและเกิดความสงสัยขึ้น หากนักเรียนสังเกตแล้วไม่เกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาค้น ครูผู้สอนอาจชี้นำปัญหาให้นักเรียนก็ได้

2. ทำนาย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคาดเดาคำตอบของปัญหาที่สงสัย โดยก่อนที่จะทำนายนักเรียนจะทำการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้คำถามต่างๆ กับครูเพื่อให้ได้ข้อมูลมากที่สุด ครูจะตอบเพียงกว้างๆ ในหลักการ ไม่ตอบคำตอบโดยตรง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำถามอย่างกว้างขวางลึกซึ้ง จากนั้นนักเรียนจะทำนายคำตอบของปัญหาในขั้นตอนแรก

3. ทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการพิสูจน์คำตอบที่คาดเดาหรือทำนายไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการทดลองตามแนวทางที่ครูผู้สอนเตรียมไว้ หรือหากเป็นปัญหาที่ไม่ต้องทดลองเพื่อหาคำตอบก็อาจใช้การศึกษาค้นคว้าหรือวิธีการอื่นใด เพื่อพิสูจน์คำทำนายดังกล่าว

4. สรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าว่าคำตอบที่ทำนายไว้ถูกหรือผิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ต่อไป

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542 : 17) กล่าวถึง ขั้นตอนกระบวนการสืบค้น (Inquiry process) ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา

1.1 จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน สังเกต สงสัย ในเหตุการณ์หรือเรื่องราว

1.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา

2. กำหนดสมมติฐาน

2.1 ตั้งคำถามให้ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิด

2.2 ให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่คาดว่าจะจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. รวบรวมข้อมูล

3.1 มอบหมายงานให้ผู้เรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ

3.2 ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และประเมินว่า ข้อมูลนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่มี ความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงไร

4. ทดสอบสมมติฐาน

4.1 ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้นำร่วมกันอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

5. สร้างข้อสรุป

5.1 ให้ผู้เรียนสรุปว่า ปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของ รายงานหรือเอกสาร

กรมวิชาการ (2544ข : 36 - 37) ระบุถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสังเกตกับแนวหน้า คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมในด้านความรู้ให้แก่ นักเรียน

2. ขั้นสังเกต คือ ครูสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละครปริศนาเพื่อให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหานั้นๆ ขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิด วิเคราะห์ ทำความเข้าใจ แปลความหมาย และจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง

3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาในรูปของเหตุผล ขั้นนี้นักเรียนฝึกการตั้งทฤษฎีหรือสมมติฐานเพื่ออธิบายที่มา สาเหตุของปัญหานั้นเป็นการฝึกวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ

4. ขั้นทำนาย ให้นักเรียนรู้จักหาแนวทางหรือวิธีที่จะพิสูจน์ทำนายผลหรือพยากรณ์ได้ว่า ผลจะเป็นอย่างไร จะเกิดอะไรขึ้น เป็นการทดสอบสมมติฐานหรือพิสูจน์ทฤษฎีที่ตั้งขึ้น

5. ขั้นควบคุมและสร้างสรรค์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ลักษณะพิเศษของวิธีสอนแบบนี้ คือ ก้าวไกลกว่าการสอนแบบวิทยาศาสตร์ ในด้านที่คิดไปถึงการใช้ประโยชน์ต่อไปด้วย ไม่จำกัดเฉพาะแต่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเท่านั้น

ไสว พิกขาว (2544 : 102 - 104) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอสถานการณ์หรือสิ่งที่เป็นปัญหา โดยครูอาจเล่าเรื่องโดยใช้สื่อ / อุปกรณ์ ภาพประกอบหรือนำของจริงมาแสดงก็ได้
2. ขั้นสังเกต ครูให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออาจใช้เครื่องหมายบางอย่างช่วยก็ได้
3. ขั้นอธิบาย ครูให้ผู้เรียนคิดสาเหตุของปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้นจากความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
4. ขั้นทดสอบ ครูให้ผู้เรียนช่วยกันตั้งคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้มากที่สุด เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยครูจะไม่พยายามตอบคำถามในลักษณะที่จะอธิบายคำตอบของปัญหา แต่อาจตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เท่านั้น นอกจากการถามแล้วครูอาจให้ผู้เรียนศึกษาหรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานด้วยก็ได้ ในกรณีที่เรื่องไม่ยุ่งยาก และใช้เวลาไม่มาก
5. ขั้นสรุป ครูให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้จากขั้นทดสอบเพื่ออธิบายคำตอบของปัญหา
6. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

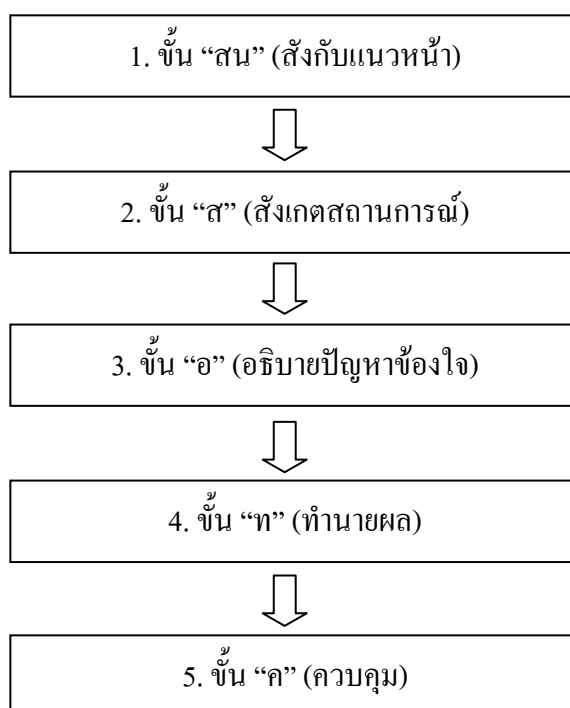
ศุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545 : 135 - 141) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ขั้น “สน” คือ ขั้นของการให้สังเกตกับแนวหน้า ซึ่งได้แก่ การเตรียมความพร้อมทางการเรียนให้กับผู้เรียน โดยการดึงเอาความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สอนมาให้สัมพันธ์กันรวมทั้งปูพื้นฐานความรู้ใหม่ที่จะจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ เนื้อหาสาระใหม่ให้กับผู้เรียน
2. ขั้น “ส” คือ ขั้นของการสังเกตการณ์ที่เป็นปัญหาในขั้นนี้จะสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียดการเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้สังเกต ลักษณะร่วมของสถานการณ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

3. ขั้น “อ” คือ ขั้นของการอธิบายปัญหาข้อใจ โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา ส่วนมากการอธิบายมักจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแบบฟังก์ชัน ขั้นนี้เป็นจุดเริ่มต้นของความสามารถในการสร้างทฤษฎีขึ้นมาสำหรับอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ การเรียนที่สำคัญที่สุดในขั้นนี้คือการเรียนรู้หลักว่า เมื่อปรากฏผลออกมาในรูปของปัญหาอย่างนี้ อะไรควรจะเป็นเหตุหรือสาเหตุของการเกิดผลอันนั้น

4. ขั้น “ท” คือ ขั้นของการทำนายผลเมื่อเราแปรเหตุเป็นขั้นตอนของการตั้งสมมติฐานเพื่อจะทดสอบว่าคำอธิบายขั้นที่ 3 ว่าถูกต้องมากน้อยเพียงใด และยังเป็นการคาดคะเนผลของสาเหตุต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบ การเรียนที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาโดยนำหลักการที่เรียนรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้

5. ขั้น “ค” คือ ขั้นของการควบคุมและสร้างสรรค์ทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในเป็นขั้นที่นำผลของการแก้ปัญหา มาปฏิบัติใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน ขั้นนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฉะนั้นการเรียนที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้วิธีสร้างสรรค์ ซึ่งขั้นตอนการจัดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังกล่าวอาจสรุปเป็นแผนภาพประกอบ 4 ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการจัดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายขั้นตอน แต่ละขั้นไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากเกินไป ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวทางของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักการศึกษาหลายท่านดังที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในครั้งนี้ได้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชักจูง หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นตัว สงสัย ใฝ่รู้ อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาการศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. การสำรวจและค้นคว้า นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

3. การอธิบาย นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง โดยมีภารกิจความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้

- 4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

- 4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่อง

อื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมิน ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

3.3 บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กาลลาฮาน และคณะ (CallaHan, et al. 1983 : 261 - 262) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการที่จะจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนมากกว่าบอกให้นักเรียนทำตาม
2. ครูตั้งคำถาม เลือกประเด็นที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบ
3. ในขณะที่นักเรียนค้นหาคำตอบ ครูควรแนะนำให้ค้นพบโดยหาความชัดเจนกับปัญหา
4. ครูพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นการส่งเสริมการสร้างข้อคาดการณ์ตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา
5. สนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง
6. ช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินความคิดของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเปิดในชั้นเรียน และพยายามกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดโดยไม่มีการข่มขู่เมื่อคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538 : 57) กล่าวว่าในการสอนแบบนี้ ครูเป็นผู้แนะแนวทางคอยให้ความช่วยเหลือและสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูควรมีบทบาท 3 ประการ คือ

1. ป้อนคำถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถามจะต้องรู้ว่าถามอย่างไรนักเรียนจึงเกิดความคิด
2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนการแก้ปัญหา กำหนดวิธีแก้ปัญหาเอง
3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

กรมวิชาการ (2544ข : 36) ระบุถึง บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

1. ครูจะต้องจัดสภาพแวดล้อม สถานการณ์หรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกสังเกต เปรียบเทียบ จนเห็นปัญหาและเกิดความสงสัยใคร่รู้
2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาสาเหตุของปัญหานั้นด้วยการตั้งคำถาม
3. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเชิงทำนายแล้วพิสูจน์ แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุป
4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการและกฎเกณฑ์ที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545:67) กล่าวถึง บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ คิดปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนมีเหตุผลด้วยตนเอง
2. กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา
3. เสริมแรงหรือให้กำลังใจแก่ผู้เรียน
4. ช่วยเหลือ แนะนำ กำกับอย่างใกล้ชิด ตลอดจนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อย
5. จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญให้แก่ผู้เรียน
6. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
7. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อดีและข้อบกพร่องแก่ผู้เรียน

การที่จะจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเอง ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับผู้เรียน ไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียนรู้ และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงาน ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา (NRC. 2000 : 245)

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จ นอกจากประเด็นดังกล่าวข้างบนแล้ว ในแต่ละขั้นตอนครูต้องแสดงบทบาทของตนเองดังตาราง 1 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2550 : ออนไลน์)

ตาราง 1 บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบการ สืบเสาะหาความรู้	ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ แบบการสืบเสาะหาความรู้
1. การสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างความสนใจ ● สร้างความอยากรู้อยากเห็น ● ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดตั้งเอง คำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหา 	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายแนวคิด ● ให้คำจำกัดความและคำตอบ ● สรุปประเด็นให้ ● จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ ● บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> ● ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ ● สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ● ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ● ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ● ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> ● เตรียมคำตอบไว้ให้ ● บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา ● จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ ● บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก ● ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา ● นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน
3. การอธิบายและลง ข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> ● ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง ● ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง ● ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความ และชี้บอกส่วนต่างๆ ในแผนภาพ ● ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด 	<ul style="list-style-type: none"> ● ยอมรับคำอธิบายโดยมีหลักฐานหรือมีเหตุผลประกอบ ● ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน ● แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือทักษะ

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบการ สืบเสาะหาความรู้	ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ แบบการสืบเสาะหาความรู้
4. การขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> ● คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการสืบเสาะหาความรู้ประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ● ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ● ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ● ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร 	<ul style="list-style-type: none"> ● ให้คำตอบที่ชัดเจน ● บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูกต้อง ● ใช้เวลามากในการบรรยาย ● นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน ● อธิบายวิธีแก้ปัญหา
5. การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> ● สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ● ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน ● หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ● ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม ● ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น 	<ul style="list-style-type: none"> ● ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง ● ให้แนวคิดใหม่ ● ทำให้คลุมเครือ ● ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2550 : ออนไลน์

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชาริณี วิทยาอนิวรรตน์ (2542 : 12) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำ ได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

สมสุข ศรีสุก (2542 : 64) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความรู้ความสามารถหรือทักษะหรือหมายถึงผลของการเรียนการสอนหรือ ผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ ก็ได้

สิริวรรณ ตะรุสานนท์ (2542 : 17) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากซึ่งเป็น ผลสัมฤทธิ์มาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถ เฉพาะบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากกระบวนการที่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การ สังเกตหรือการตรวจการบ้านหรืออาจใช้ในรูปแบบของเกรดของโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ ซับซ้อนและระยะเวลาานพอสมควรหรืออาจได้รับการวัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั่ว ๆ ไป

กู๊ด (Good. 1973 : 9) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของ การสะสมความรู้ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าไว้ด้วยกัน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2527 : 7) ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จที่เกิดจากการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความพยายามทาง ร่างกาย ทางสมอง ซึ่งถือว่าเป็นความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ การฝึกฝน หรือ ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล สามารถวัดได้โดยการทดสอบ

4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) เป็นการวัดความสามารถทางการเรียนหลังจากได้ เรียนเนื้อหา (Content) ของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากน้อยเพียงใดนั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์ ยึดเนื้อหาเป็นหลัก เช่น คณิตศาสตร์อาจมีเนื้อหา การบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน ความน่าจะเป็น (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 18)

วิลสัน (กชกร รุ่งหัวไฟ. 2547 : 72 – 75) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จากแนวคิดของวิลสัน พอจะกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก็คือ ผลสำเร็จทางการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั่นเองซึ่งวิลสัน ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยอิงลำดับชั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของบลูมไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์ และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึก หรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยถามคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability of Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้นดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น สามารถทำได้โดยใช้พูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้โดยเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนมาในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Principles rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ และกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเห็นเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวน และ โครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem elements from one model to another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ตัดแปลงมากจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ ให้นักเรียนอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาที่อาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสพระหว่างเรียน (Ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหา จนได้คำตอบมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสพอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกมาพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomorphism, and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้อง

อาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจสิ่งที่เกี่ยวข้องกันจากข้อมูล หรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมา รวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve non-routine problem) คำถามในขั้นนี้ เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัด หรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แต่สร้างความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหานั้นแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหานั้น

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถในการวิจารณ์นี้ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดใหม่พร้อมกับแสดงการใช้กระบวนการนั้น

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือการวัดความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ, ความเข้าใจ, การนำไปใช้, การวิเคราะห์ (กษกร รุ่งหัวไฟ. 2547 : 72 – 75) เพื่อนำไปออกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการทำวิจัย

5. ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค

ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค (Adversity Quotient : AQ) เป็นแนวความคิดที่ประกอบขึ้นด้วย 2 องค์ประกอบ คือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถพิสูจน์ได้ และการนำมาประยุกต์ใช้ในโลกลงความจริง โดย AQ มีพื้นฐานมาจากหลักการทางวิทยาศาสตร์ 3 ศาสตร์ ได้แก่ จิตวิทยาว่าด้วยการเรียนรู้ (Cognitive psychology) อิมมูโนวิทยาของจิตประสาท (Psychoneuroimmunology) และสรีรวิทยาของระบบประสาท (Neurophysiology)(นัยพินิจ คชภักดี. 2543 : 46)

5.1 ความหมายของความสามารถในการเผชิญอุปสรรค

มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า Adversity Quotient ใช้อักษรย่อว่า AQ หรือ ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค ไว้ดังนี้

สตอลซ์ (Stoltz. 1997 : 6-7) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ในยามที่ต้องเผชิญกับความทุกข์ยากหรือความลำบาก อดทนต่อปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ เมื่อเกิดอุปสรรคขึ้นในชีวิตแล้วสามารถที่จะตอบสนองต่อปัญหาเหล่านั้นได้ และสามารถทำนายได้ว่าใครจะเอาชนะความเครียดที่เกิดจากปัญหาและอุปสรรคใครจะพ่ายแพ้ต่อปัญหาและอุปสรรคนั้น

มันทรา ธรรมนุศย์ (2544 : 14) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ในยามที่ต้องเผชิญกับความทุกข์ยากหรือลำบาก โดยผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูง จะมีจิตใจเข้มแข็งไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคใด ๆ แม้จะพ่ายแพ้หรือล้มไปแล้วก็สามารถลุกขึ้นมาต่อสู้ใหม่ได้ ส่วนผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคต่ำ เวลาเผชิญกับความผิดหวังหรือความทุกข์ยากก็จะยอมแพ้ บางคนอาจทิ้งงานไปกลางคัน หรือบางคนอาจท้อแท้กับชีวิตถึงขั้นลาออกจากงาน

สันสนีย์ ฉัตรคุปต์ (2545 : 103) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึง รูปแบบการตอบสนองหรือพฤติกรรมของคนนั้น ๆ ต่อปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นซึ่งจะเป็นกลไกของสมองเกิดจากใยประสาทต่าง ๆ ที่ถูกสร้างขึ้น ผีกฝนขึ้น ปัญหาที่กล่าวถึงนี่จะเป็นปัญหาเล็กน้อย หรืออาจเป็นปัญหามานกลาง หรืออาจเป็นปัญหาที่ใหญ่โตมหาศาลมหันตภัยก็เป็นไปได้

วิทยา นาควัชระ (2544 : 91) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึง ความอดทนเมื่อมีอุปสรรคและสามารถฝ่าฟันอุปสรรคได้อย่างคนมีกำลังใจและมีความหวังอยู่เสมอ

ศิริรัตน์ แอดสกุล (2545 : 9) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึง ความสามารถในการอดทนต่อความยากลำบาก อดทนต่อการรอคอย คนที่ไม่รู้จักอดทนจะมีลักษณะ

ใจร้อน ท้อแท้และหมดกำลังใจ ไม่รู้จักรอคอย ทนอะไรไม่ค่อยได้ บางครั้งถึงกับทำร้ายร่างกายตนเอง หรือทำร้ายร่างกายคนอื่น

จันทร์ชาติ มาพุทธ (2546 : 9) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึงความสามารถในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้น การมีความเชื่อมั่นในตนเองและสามารถดึงคนที่มีความสามารถเข้ามาร่วมงานและมอบหมายงานให้ตรงกับความรู้ ความสามารถ ความถนัด จะต้องเป็นคนกล้าตัดสินใจ พ่อแม่สามารถฝึกลูกได้ตั้งแต่เด็ก ๆ ให้ลูกได้มีโอกาสคิดเอง ทำเอง ตัดสินใจเองจะทำให้ลูกเป็นคนกล้าตัดสินใจ

อารี พันธุ์ณี (2546 : 101-102) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึงบุคคลที่มีความอดทนจิตใจเข้มแข็งและมีเป้าหมายชัดเจนแน่นอน มีความเข้าใจโลก สามารถอดทนต่อความเหน็ดเหนื่อย ลำบาก ความเจ็บปวด การรอคอย อดทนต่อความเบื่อหน่าย มุ่งมั่น พินิจพิจารณาให้ฟันอุปสรรคให้ได้และแก้ปัญหาให้ได้

นิภา แก้วศรีงาม (2547 : 77) กล่าวว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึงความสามารถในการเผชิญปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ด้วยความอดทน หากเพียรพยายามอย่างไม่ย่อท้อ โดยจะพบว่าผู้ที่มีระดับความสามารถในการเผชิญอุปสรรคจะมีวินัยและแรงใจสูงในตนเอง กระตุ้นตนเองเพื่อมุ่งสู่ความสำเร็จ มีความทุ่มเทไม่ย่อท้อ ยอมรับความเปลี่ยนแปลง และมีความยืดหยุ่น สามารถพินิจพิจารณาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการดำรงชีวิต ในการศึกษา และในการทำงานได้อย่างดี รวมทั้งไม่หยุดสิ่งในการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเพื่อความก้าวหน้าและความเป็นอยู่ตลอดเวลา

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค หมายถึง ความสามารถของบุคคลต่อการเผชิญอุปสรรคหรือปัญหาต่าง ๆ ด้วยความไม่ย่อท้อ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จหรือการแก้ปัญหา

5.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเผชิญอุปสรรค

ผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูงจะต้องเป็นผู้ที่มีวินัยในตนเอง ยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา เชื่อมั่นในศักยภาพและความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง รู้จักวางแผนและมีทักษะในการแก้ปัญหาที่มีเหตุผลและมีความเป็นไปได้ ส่วนบุคคลที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคต่ำมักจะมองคนในด้านลบ มักมีความคิดว่าตนเองจะต้องได้รับความช่วยเหลือตลอดเวลา พยายามหลีกเลี่ยงต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ไม่กล้าเผชิญความเป็นจริง มีความคิดที่สร้างสรรค์แต่ไม่ลงมือปฏิบัติจริงการที่เรารู้ว่าตนเองมีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูงหรือไม่นั้น จำเป็นต้องทราบ

ก่อนว่าตนเองเป็นคนประเภทใด โดยคนกลุ่มเหล่านี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (Stoltz. 1997 : 13-37)

กลุ่มที่ 1 ผู้ถอนตัว (The quitter) เป็นพวกที่ยอมแพ้ง่าย ๆ พวกนี้เริ่มป่ายป็นเขาก็บ่นว่าเหนื่อย ยอมแพ้แล้วพวกนี้ในชีวิตจริงจะไม่กระตือรือร้น ไม่ขวนขวาย ชอบชีวิตที่เรียบง่ายสบาย ๆ ชอบบ่นถึงความยากลำบาก จี้เกียจอยู่เสมอ ไม่ค่อยสร้างมนุษยสัมพันธ์ มักขาดเพื่อน เหงาง่าย เวลาเมื่ออุปสรรคจะยอมแพ้ง่ายมาก เพราะใจไม่สู้

กลุ่มที่ 2 ผู้พักแรม (The camper) เปรียบเสมือนพวกที่เริ่มป็นเขาได้นิดหน่อยก็เริ่มท้อเหนื่อย อยากตั้งค่ายพัก (Camp) แล้ว พวกนี้จะมีแรงบันดาลใจอยู่บ้าง แต่ไม่นานนักก็หมดไป เวลาทำอะไรก็โลเลทำ ๆ หยุด ๆ มีเงื่อนไขและมีข้อจำกัดมาก สุดท้ายก็ไม่สู้อุปสรรคเช่นกัน มักหยุดหรือท้อกลางคัน มักหาเหตุผลต่าง ๆ มาลบเลือนความพ่ายแพ้ มีชีวิตอยู่ไปเพื่อให้ได้ความต้องการพื้นฐานและให้สังคมยอมรับบ้าง แต่ไม่ลุยหรือสู้สุด ๆ

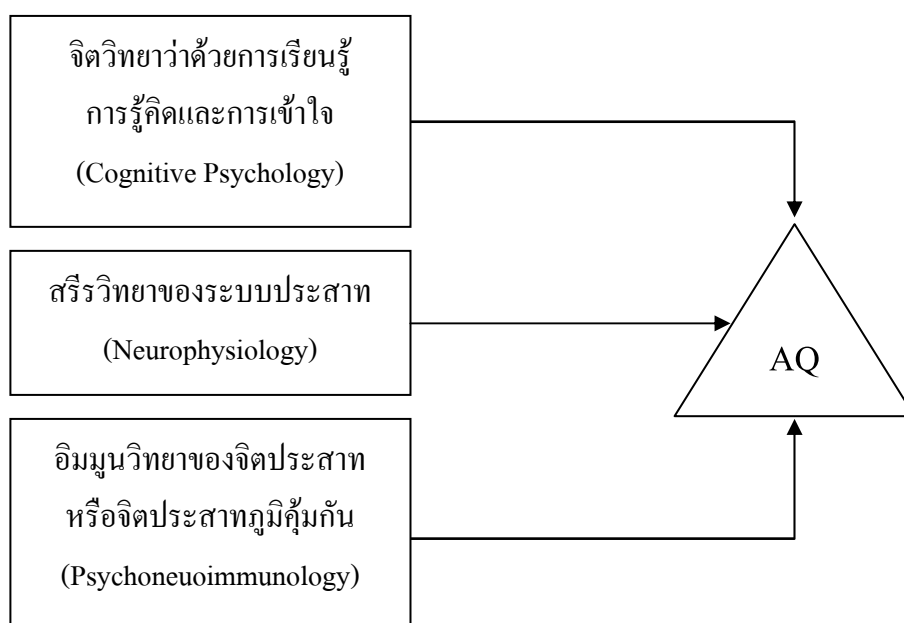
กลุ่มที่ 3 นักปีนเขา (The climber) เปรียบเสมือนคนที่ปีนเขา ยิ่งปีนสูงเท่าไร มีความเสี่ยงเท่าไร เขายังรู้สึกตื่นเต้น ทำทลายความสามารถ ยิ่งอยากปีนให้ถึงจุดสุดยอดของภูเขานั้น บุคคลพวกนี้จะมีวิถีชีวิตที่กระตือรือร้น พร้อมทั้งจะเผชิญกับอุปสรรคทุกอย่าง มีความเป็นผู้นำ มีวิสัยทัศน์ที่กว้างไกล มีแรงบันดาลใจสูง สามารถสร้างความสัมพันธ์กับมนุษย์ทุกระดับ เวลาที่พบอุปสรรคมักจะมีกำลังใจในการเผชิญและไม่ยอมแพ้ มีพลังงานในตัวเองสูง มีกำลังใจมั่นคงเสมอ ชีวิตจึงมีผลงานมาก ประสบความสำเร็จสูง เป้าหมายสูงสุดของชีวิตมักจะอยากช่วยเหลือสังคมและประเทศชาติ นอกเหนือจากการช่วยเหลือตนเองและครอบครัว

ความสามารถในการเผชิญอุปสรรค เป็นทฤษฎีที่จะอธิบายว่าทำไมคนบางกลุ่ม หรือบางหน่วยงาน จึงมีคนเพิกเฉยละทิ้งงาน แต่มีบางกลุ่มที่ยืนหยัดทำงานต่อไปนอกจากนี้ยังอธิบายได้ว่าทำอย่างไรจึงจะพัฒนาความสามารถในการเผชิญอุปสรรคได้ และทำอย่างไรจึงจะเปลี่ยนแปลงทัศนคติความเคยชิน เพื่อก้าวไปสู่ความสำเร็จ ความสามารถในการเผชิญอุปสรรคได้อาศัยแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 3 สาขา (Stoltz. 1997 : 83)

1. จิตวิทยาว่าด้วยการเรียนรู้ – การรู้คิดและการเข้าใจ (Cognitive psychology) นักวิชาการได้อธิบายว่าคนส่วนใหญ่คิดว่าปัญหา และความคับข้องใจ เกิดจากสภาวะจิตใจที่เกิดขึ้น เพราะความคิดที่อึดื้อตันหวัง ไม่สามารถจัดการกับปัญหาได้เมื่อสะสมเป็นเวลานานก็จะเกิดความทุกข์ ทรมาน สัมผัสกับความทุกข์ แต่ในทางตรงกันข้ามบางคนคิดว่าความคับข้องใจเป็นสิ่งที่ชั่วคราว เป็นสิ่งที่จะต้องเผชิญเพื่อจะเติบโตต่อไป คนกลุ่มนี้ยังคงมีความหวัง มีกำลังใจที่จะฝ่าฟันอุปสรรคไปสู่ความสำเร็จ

2. สรีรวิทยาของระบบประสาท (Neurophysiology) สมอของพวกเราประกอบด้วย โครงสร้างสมบูรณ์ สามารถสร้างความเคซินขึ้นมาได้ หากเรามีวิธีการเปลี่ยนจิตได้สำนึกเสียใหม่ สร้างเจตคติทางบวก ก็จะสามารสร้างคามเคซินและพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟัน อุปสรรคได้

3. อิมมูโนวิทยาของจิตประสาทหรือจิตประสาทภูมิคุ้มกัน (Psychoneuroimmunology) ความสามารถในการเผชิญอุปสรรคของมนุษย์เกี่ยวข้องกับสุขภาพกายและสุขภาพจิตของคน โดยตรง เพราะความรักเข้มแข็งทางจิตใจและการรู้จักควบคุมตนเองจะส่งผลต่อภูมิคุ้มกันต้านทาน โรคภัยไข้เจ็บของร่างกาย



ภาพประกอบ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ 3 สาขาที่เป็นทฤษฎีพื้นฐานสำคัญของ
ความสามารถในการเผชิญปัญหา

ที่มา : Stoltz. 1997 : 83

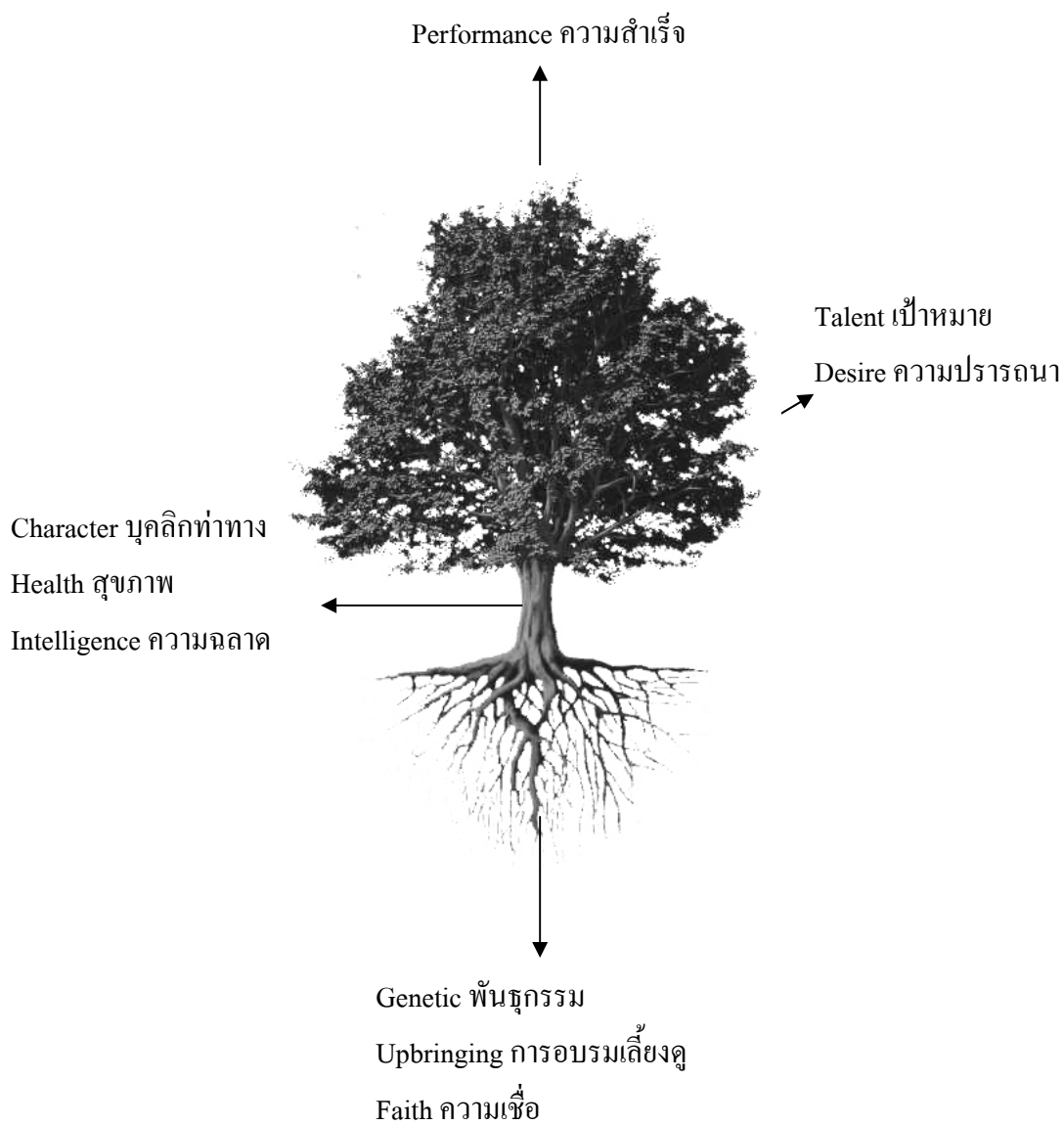
สตอลซ์ (Stoltz. 1997 : 29 - 32) ได้ทำการเปรียบเทียบบุคคลที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูงและความสามารถในการเผชิญอุปสรรคต่ำเหมือนกับต้นไม้ ถ้าบุคคลใดมีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคต่ำก็จะขาดความพยายามในการที่จะต้านทานความยากลำบาก แต่ถ้าบุคคลใดที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคที่สูงพอ บุคคลเหล่านี้ก็เหมือนต้นไม้ที่

เจริญเติบโตบนภูเขาได้ ซึ่งบุคคลเหล่านี้จะแสดงบทบาทของความสามารถในการเผชิญอุปสรรคเมื่อเทียบกับต้นไม้แห่งความสำเร็จได้ดังนี้

ใบ แสดงถึง ผลผลิตความสำเร็จ หมายถึง ผลการปฏิบัติงานซึ่งเปรียบได้กับบางส่วนในตัวเราที่คนอื่นมองเห็น ได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นส่วนที่มองเห็นชัดเจนที่สุด จึงถูกตีค่าและประเมินบ่อยที่สุด เรามักจะประเมินและตีค่าการกระทำและผลลัพธ์ของการกระทำของคนอื่นแค่ผลการปฏิบัติงาน ไม่ได้เติบโตขึ้นมาจากอากาศเช่นเดียวกับใบไม้ที่ต้องผลิบานมาจากกิ่งก้าน หมายถึง เป้าหมายและความปรารถนา เป้าหมายของคนเราเกิดจากการที่คนเรามีทักษะ ประสบการณ์ สมรรถภาพ มีความรู้ความสามารถ และความปรารถนาซึ่งเป็นตัวอธิบายว่า การที่คนเรามีแรงจูงใจ ความกระตือรือร้น ความอยาก แรงขับและความทะเยอทะยาน ซึ่งทั้งเป้าหมายและความปรารถนาคือสิ่งที่จำเป็นต้องมีทั้งสองอย่างเพื่อความสำเร็จ

ลำต้น หมายถึง ความฉลาด สุขภาพและบุคลิกท่าทาง ฮาเวิร์ด การ์ดเนอร์ ศาสตราจารย์ทางจิตวิทยาของมหาวิทยาลัยฮาเวิร์ด แสดงการวัดความฉลาดของคนเราไว้ 7 ด้าน ดังนี้ ภาษาศาสตร์ กลศาสตร์ ความรู้เรื่องอากาศ ตรรกศาสตร์-คณิตศาสตร์ ดนตรี ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความสัมพันธ์ในตัวของบุคคล ซึ่งความฉลาดของคนเราแตกต่างกันไปตามระดับ บางคนอาจเด่นด้านใดด้านหนึ่ง และความฉลาดที่เด่นชัดของแต่ละคนจะมีผลต่ออาชีพที่เหมาะสมจะใช้เป็นตัวในการจำแนกอาชีพของคน ด้านอารมณ์และสุขภาพจะส่งผลต่อความสามารถในความสำเร็จของเรา กล่าวคือ ถ้ามีความวิตกกังวลจนล้มป่วยหรือได้รับบาดเจ็บมันก็อาจจะเป็นตัวการทำให้คุณไม่ประสบความสำเร็จได้ บุคลิกลักษณะของมนุษย์ที่มีความเจริญและพัฒนาต้องมีบุคลิกลักษณะที่มีความยุติธรรม ต้องมีเหตุผล ซื่อสัตย์ สุขภาพ มีวินัยในตนเอง สุขุมรอบคอบ กล้าหาญและเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ซึ่งที่กล่าวมานี้เป็นสิ่งที่ทำให้ประสบความสำเร็จและความสงบ

ราก หมายถึง พันธกรรม การอบรมเลี้ยงดูและความเชื่อ พันธกรรมจะเป็นตัวที่เกี่ยวกับอารมณ์ และระดับของความวิตกกังวลที่มีต่อการแสดงออกพฤติกรรมของบุคคลด้วย การเลี้ยงดูก็มีอิทธิพลต่อความฉลาด การพัฒนาบุคลิกลักษณะและมีผลต่อทักษะความปรารถนาและการแสดงออกด้วย ความเชื่อคือสิ่งที่บังคับทำให้เกิดความหวัง การแสดงออกทางจริยธรรม การกระทำของบุคคล และการค้นคว้าวิธีการในการที่จะพิสูจน์หาความจริง



ภาพประกอบ 6 ต้นไม้แห่งความสำเร็จ

ที่มา : Stoltz. 1997 : 30

5.3 คุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรค

มันทนา ธรรมบุศย์ (2544 : 14 – 15) ได้กล่าวว่า คุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรค ไว้ดังนี้

1. การตั้งเป้าหมายหรือความปรารถนาอย่างแรงกล้าในสิ่งที่ต้องการไว้ล่วงหน้า (Aim) แล้วพยายามมุ่งไปยังจุดหมายนั้นให้ได้
2. การมีหัวใจเด็ดเดี่ยว เข้มแข็ง (Strong minded) คือไม่หวั่นไหวต่ออันตรายและไม่คิดว่าตนเกิดมาเพราะห่วย คนที่มีจิตใจเด็ดเดี่ยว เข้มแข็งจะมีลักษณะอ่อนโยนมีใจอ่อนแอ ทำการเด็ดขาด เคารพบนอบต่อผู้ที่ใหญ่กว่า มีความเมตตากรุณาต่อผู้น้อย ไม่ฉุนเฉียวหรือโกรธง่าย คนประเภทนี้แม้จะต้องเผชิญกับความทุกข์ยากอย่างแสนสาหัสก็ไม่เสียใจ หากจะถูกประทุษร้ายจนย่อยยับก็สามารถก่อร่างสร้างตนให้กลับดีขึ้นอย่างรวดเร็ว
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง (Self - confidence) คือเชื่อว่าตนเองจะสามารถกระทำในสิ่งที่ตั้งความมุ่งหวังไว้ได้จนสำเร็จ ลักษณะข้อนี้ไม่ใช่คนอวดดี แต่เป็นลักษณะของคนที่พึ่งตนเองไม่กลัวจะทำแล้วผิดพลาดนั้นมาเป็นบทเรียนเพื่อสอนให้ทำในสิ่งที่ถูกต้องต่อไป
4. มีพลังอำนาจของความคิดและพลังจิตที่แรงกล้า (Will - power) ข้อนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับการมีหัวใจเข้มแข็ง แต่ต่างกันตรงที่หัวใจเข้มแข็งเป็นเครื่องต้านทานต่อสู้กับความลำบาก ส่วนพลังจิตที่แรงกล้าเป็นเครื่องนำให้บรรลุผลที่ต้องการ คนที่จะก้าวขึ้นสู่อำนาจอันใหญ่หลวงนั้นจะต้องมีกระแสแห่งดวงจิตแรงพอที่จะข่มหัวใจของคนอื่นลงได้

5.4 การวัดความสามารถในการเผชิญอุปสรรค

สตอลซ์ (1997 : 87 - 142) ได้สร้างแบบวัดการตอบสนองต่ออุปสรรค หรือ The adversity response (ARP) และทำการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันในด้านอาชีพ อายุ เชื้อชาติ และวัฒนธรรม ในองค์กรต่าง ๆ โรงเรียน ชุมชน และนักกีฬา มากกว่า 20,000 คน โดยได้อาศัยหลักการวัดความสามารถในการเผชิญอุปสรรคซึ่งประกอบด้วยหลักการสำคัญ 4 ประการ ใช้อักษรย่อว่า CO₂RE โดยมีรายละเอียดดังนี้

หลักการที่ 1 คือ การควบคุมสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรค (Control - C) หมายความว่าความสามารถในการควบคุมสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรคหรือปัญหา ซึ่งความสามารถนี้เป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าท่านสามารถรับมือต่อสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรคตัวท่านได้ดีเพียงใด หรือเล็งเห็นว่ารับมือสถานการณ์นั้นได้มากน้อยเพียงใด จากแนวคิดนี้ทฤษฎีการมองโลกในแง่ดีมากของ Seligman ได้สนับสนุนว่าการมองโลกในแง่ดีเป็นกุญแจสำคัญในการเพิ่มศักยภาพในการควบคุมสถานการณ์ และผลกระทบจากการควบคุมสถานการณ์นี้ จะส่งผลต่อ CO₂RE ทุกมิติ

ผู้ที่ได้คะแนน C สูง คือ คนที่สามารถเข้าใจปัญหา และหาวิธีแก้ปัญหอย่างกระตือรือร้น และรู้จักพลิกแพลงสามารถควบคุมสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การควบคุมสถานการณ์มีอยู่ 2 รูปแบบ

รูปแบบที่ 1 เป็นการควบคุมสถานการณ์หลักจากที่ได้ตั้งสติแล้ว เช่น ถ้าเกิดปัญหาขึ้นการโต้ตอบก็อาจจะเป็นการพูดจาที่ทำให้เสียใจภายหลัง หรือการกระทำที่ทำให้เสียใจภายหลัง เช่น ในกรณีนี้ได้เลี้ยง ตวาดเสียงดัง ใช้อารมณ์กับผู้บังคับบัญชาหรือกระแทกประตู แต่หลังจากที่คิดแล้วตั้งสติแล้วก็อยากกลับไปขอโทษ ซึ่งจะพบได้ทั่ว ๆ ไป

รูปแบบที่ 2 เป็นการควบคุมสถานการณ์ทันทีโดยที่เมื่อมีเหตุการณ์หรือปัญหาเกิดขึ้นบางครั้งรู้สึกโกรธ รู้สึกผิดหวัง รู้สึกหมกหมัวแต่ความรู้สึกเหล่านี้จะถูกลดด้วยความคิดในทางบวกและมีปฏิกิริยาโต้ตอบที่ออกมาในทางบวกทันที เช่น ขอบคุมนายที่วิเคราะห์วิจารณ์ได้ใช้เวลาดูผลงานและจะนำไปปรับปรุงเพื่อที่จะทำให้ดีขึ้น มีความคิดทางบวก ว่าเจ้านายหวังดีอยากให้งานออกมามีคุณภาพดี จึงดำเนิน ซึ่งเป็นการควบคุมสถานการณ์ที่ต้องอาศัยการฝึกฝน

หลักการที่ 2 คือ สาเหตุและความรับผิดชอบ (Origin - O_r และ Ownership - O_w) หมายความว่า ความสามารถในการพยายามแก้อุปสรรคโดยถือว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาขององค์กรหรือของตนเอง

2.1 สาเหตุ - ผู้ที่มีคะแนน O_r สูง คือ คนที่สามารถวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยอื่นที่เป็นองค์ประกอบของปัญหาว่าเกิดจากอะไร ใครควรจะได้รับผิดชอบและรู้ถึงหน้าที่บทบาทและตำแหน่งของตนเองอย่างเด่นชัดเมื่อประสบปัญหาแบบเดิมก็สามารถแก้ไขได้เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพเหมาะสมยิ่งขึ้น

2.2 ความรับผิดชอบ - ผู้ที่มีคะแนน O_w สูง คือ คนที่ยินดีรับผิดชอบต่อผลของการกระทำของตน ไม่ผลักความรับผิดชอบไปให้ผู้อื่น คนที่ประสบความสำเร็จล้วนแต่เป็นผู้ที่กล้ารับผิดชอบ บุคคลที่มีความสามารถในการนำตนเองเข้าไปแก้ไขในสถานการณ์สูงจากผลที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มว่า จะสามารถคาดเดาเหตุการณ์แล้วรับมือได้ มีการพัฒนาต่อไปในเรื่องของเหตุการณ์ที่ได้รับ มีความพยายามอย่างต่อเนื่อง มีความรับผิดชอบสูง

หลักการที่ 3 คือ Reach - R หมายความว่า การรับรู้ผลกระทบของอุปสรรค เป็นวิธีการคิดว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาที่มีจุดจบ เป็นการวัดผลกระทบของปัญหาและความยุ่งยากที่มีต่อการดำเนินชีวิตของแต่ละบุคคลว่ามากน้อยเพียงใด

ผู้ที่มีคะแนน R สูง คือ บุคคลที่สามารถควบคุมอารมณ์ด้านลบและควบคุมผลกระทบและความเสียหายต่อการดำเนินชีวิตเมื่อมีปัญหาหรือความยุ่งยากเกิดขึ้นว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นกับชีวิตสามารถเข้ามาครอบงำชีวิตอย่างง่ายดาย ยิ่งได้คะแนน R ต่ำเท่าไรยังมีแนวโน้มว่าบุคคลนั้นยอมให้ปัญหาเข้ามารุกกล้าในชีวิตได้อย่างง่ายดายมากขึ้น ทำลายความสุข สุขภาพจิตและส่งเสริมให้เหตุการณ์เลวร้ายกว่าที่เป็นอยู่

หลักการที่ 4 Endurance – E หมายความว่า ความอดทนต่ออุปสรรค ซึ่งถ้าหากว่าเป็นคนมองโลกในแง่ดี เป็นคนมองโลกในทางบวก พยายามเป็นปัญหาให้เป็นปัญหาที่เล็กก็จะทำให้เขาสามารถฝ่าฟันอุปสรรคไปได้ในที่สุด ในชีวิตประจำวันของคนเรา หรือในการทำงานทุกอย่างก็จะมีปัญหาใหญ่บ้างเล็กบ้าง การอดทนต่อปัญหาก็เป็นสิ่งหนึ่งที่จะทำให้ปัญหานั้นหายไป

ผู้ที่มีคะแนน E สูง จะมองเห็นว่าปัญหาหรืออุปสรรคเป็นสิ่งชั่วคราว สามารถแก้ไขได้ มีกำลังใจเข้มแข็งในการเอาชนะอุปสรรค อดทนต่อปัญหาต่าง ๆ และมีความเชื่อว่าหลังผ่านพ้นอุปสรรคไปแล้วจะพบกับความราบรื่น ตรงกันข้ามกับผู้ที่มีคะแนน E ต่ำ เมื่อพบกับอุปสรรคจะหยุดและหนีปัญหาทันที มิติ E เป็นมิติสุดท้ายของความสามารถในการเผชิญอุปสรรค ที่อธิบายว่าอุปสรรคนี้จะสิ้นสุดเมื่อใดและมีระยะเวลาานเท่าใด สาเหตุของปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ จึงจะหมดไป หากบุคคลที่มีคะแนน E ต่ำ นั้นแสดงว่าบุคคลนั้นมีแนวโน้มที่จะเจอปัญหานี้ไปอีกนาน เป็นคนยอมแพ้อะไรง่าย ๆ ซึ่งความคิดความรู้สึกเช่นนี้ไม่ช่วยในสิ่งต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

การให้คะแนน

ตัวอักษร C O₂ R และ E แสดงถึงปฏิกิริยาที่มีต่อสถานการณ์หนึ่ง ๆ ตามข้อคำถามซึ่งเป็นสถานการณ์ของปัญหาที่สมมติขึ้น โดยตัวอักษรดังกล่าวจะมีเครื่องหมาย + และเครื่องหมาย - แต่ละคะแนนที่นำมาวัดความสามารถในการเผชิญอุปสรรคได้นั้น จะเป็นคำตอบที่เครื่องหมาย - เท่านั้น เนื่องจากเป็นคะแนนที่ได้มาจากเหตุการณ์ปัญหาโดยนำคะแนนที่ใส่ลงไปในการคาดาคำตอบที่เตรียมไว้และคำนวณตามหลัก CORE ซึ่งหลักการทั้ง 4 ข้อปฏิบัติสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน

การแปลผลคะแนน

การแปลผลคะแนนความสามารถในการเผชิญอุปสรรคนี้เป็นระดับคะแนนของกลุ่มคนทั่ว ๆ ไป ซึ่งได้เผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นคะแนนเหล่านี้จึงเป็นแต่เพียงสิ่งที่จะช่วยให้เข้าใจความเป็นตัวตนมากยิ่งขึ้น คะแนนความสามารถในการเผชิญอุปสรรคจะมีความต่อเนื่อง เพราะฉะนั้นระหว่างคนสองคนที่ได้คะแนนระหว่าง 134 และ 135 ก็จะไม่มีความแตกต่างแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม สามารถจัดกลุ่มคนที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรค สูง กลาง ต่ำ ได้ดังนี้

ผู้ที่ได้ 165 – 200 คะแนน หมายถึง คนที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูงมาก สามารถจัดการกับปัญหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีมีการดำเนินชีวิตที่เป็นปกติ แม้จะต้องเจอกับปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมสถานการณ์และจัดการกับปัญหาต่าง ๆ ได้ดี และยังสามารถให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำแก่ผู้อื่นถึงวิธีการเผชิญอุปสรรค

ผู้ที่ได้ 135 – 164 คะแนน หมายถึง คนที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูง สามารถจัดการกับปัญหาต่าง ๆ ได้ค่อนข้างดี นอกจากนี้ยังพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกับอุปสรรคและแก้ปัญหาบางเรื่องได้ โดยนำแนวคิดที่ได้จากการรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ในครั้งก่อน ๆ มาปรับปรุงและจัดการกับอุปสรรคที่เกิดขึ้นใหม่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผู้ที่ได้ 95 – 134 คะแนน หมายถึง คนที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคปานกลาง และสามารถนำพาชีวิตไปในทิศทางที่ดีได้ แต่อย่างไรก็ตามบุคคลประเภทนี้อาจกลายเป็นบุคคลที่มีความทุกข์ใจได้เช่นกัน เนื่องจากเกือบทุกปัญหาเล็ก ๆ น้อย ๆ เอาไว้จนเกิดความคับข้องใจ เพราะฉะนั้นจึงควรศึกษาเครื่องมือและวิธีการพัฒนาความสามารถในการเผชิญอุปสรรคเพื่อมาใช้เป็นทักษะในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ผู้ที่ได้ 60 – 94 คะแนน หมายถึง คนที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคต่ำ ทุกอย่างในชีวิตถูกมองว่าเป็นปัญหาและส่งผลให้การดำรงชีวิตไม่ราบรื่นเท่าที่ควร รู้สึกท้อแท้หมดหวัง แต่อย่างไรก็ตามผู้ที่ได้คะแนนในกลุ่มนี้ไม่ควรท้อแท้เพราะสามารถรับมือกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและพัฒนาความสามารถในการเผชิญอุปสรรคให้อยู่ในระดับสูงได้

ผู้ที่ได้ 59 คะแนนหรือต่ำกว่า หมายถึง คนที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคต่ำมาก บุคคลประเภทนี้จะประสบกับความทุกข์และทรมานใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นทุกปัญหา เพราะฉะนั้นแล้วจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการศึกษาและพัฒนาทักษะในการเพิ่มความสามารถในการเผชิญอุปสรรค เพื่อพัฒนาแรงบันดาลใจ พลังการทำงาน สุขภาพจิต ความสามารถในการดำรงชีวิต การตอบสนองปฏิกิริยาต่าง ๆ ความอดทน ความเพียรพยายามและความหวัง ไม่ควรวิตกกังวลให้มากเกินไป และพึงระลึกไว้ว่าความสามารถในการเผชิญอุปสรรคเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาได้จำต้องทุ่มเทจิตใจ และเตรียมใจที่จะให้โอกาสตัวเองในการเปลี่ยนแปลงนี้ แล้วจะสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข

หลักการวัดความสามารถในการเผชิญอุปสรรคทั้ง 4 ข้อ ต่างก็มีความสัมพันธ์และทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน คนที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูงจะเป็นคนที่มองเห็น โอกาสในทุกครั้งที่มีปัญหา และรู้จักใช้โอกาสนั้นอย่างมีประสิทธิภาพในการสร้างความสำเร็จให้เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์คะแนนของความสามารถในการเผชิญอุปสรรค บุคคลที่ได้คะแนนความสามารถในการเผชิญอุปสรรคสูงนั้นย่อมแสดงว่าเป็นบุคคลที่ได้เปรียบผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญอุปสรรคต่ำ แต่อย่างไรก็ตามก็ควรที่จะศึกษาความรู้เพื่อที่จะได้เข้าใจวิธีการอื่น ๆ ที่จะทำให้ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้นด้วย

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

ปิยาภรณ์ รัตนากรกุล (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยทดลองจำนวน 12 คาบ ในเรื่องอัตราส่วน ร้อยละ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อาภาภรณ์ หวัดสูงเนิน (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการทดลองศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง เศษส่วน ร้อยละ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือกับกลุ่มควบคุม ทำการทดลองสอนเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ไพจิตร สะดวกการ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดผู้เรียนสร้างความรู้เอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 145 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 75 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 70 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนระบุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

2. ขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และการสอนตามปกติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำใหญ่กว่าขนาดของความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

3. ผู้เรียนระดับสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และที่ได้รับการสอนตามปกติมีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. ผู้เรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนปกติที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาติชาย ม่วงปฐม (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการทดลองศึกษาวิธีการเรียนแบบร่วมมือ และระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษา ในเรื่องเศษส่วนและทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างนักเรียนที่ เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มย่อยรายบุคคล แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ แบบกลุ่มกำหนดความคาดหวัง และการเรียนตามปกติ ทำการทดลองสอนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่าง ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนต่างกัน เมื่อ ทดสอบรายคู่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ แบบกลุ่ม กำหนดความคาดหวังมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ลัดดา เพียรประสพ (2544 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบสวน สอบสวน เรื่อง อัตราส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนพังครุราษฎร์รังสรรค์ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 120 คน แล้วแบ่งเป็น 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน เรื่องอัตราส่วน ผล การศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการ สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริลักษณ์ วงษ์เพชร (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและการสอนตามคู่มือแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิด สร้างสรรค์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน สอบสวนกับก่อนได้รับการสอนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนมนัส สุคสัน (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ ความสามารถด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโน คติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน

ความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนโดยชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

แซยิด (Sayed. 2005 : Abstract) ได้ทำการศึกษาประสิทธิผลของการใช้วิธีการกำหนดปัญหาสำหรับความหวังในศักยภาพการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูซึ่งใช้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. วางแผน
3. ดำเนินการตามแผน
4. ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหา
5. กำหนดปัญหาที่สัมพันธ์กัน

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการใช้วิธีแก้ไขปัญหาร่วมกับการกำหนดปัญหา มีนัยสำคัญที่จะพัฒนาครูและนักเรียนในกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ถูกควบคุม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 8.16 และ 6.77 ตามลำดับ ค่า t-test เท่ากับ 3.33 ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.01$

แซยิด (Sayed. 2005 : Abstract) พัฒนาการของทักษะในการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับครูผู้คาดหวังในโรงเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในขั้นตอน 8 ขั้นตอน คือ

1. การใช้ยุทธวิธีในการกำหนดปัญหาเพื่อสืบสวนและแก้ปัญหาที่ได้ถูกกำหนดขึ้น
2. ปัญหาที่กำหนดจากชีวิตประจำวันและสถานภาพทางคณิตศาสตร์
3. ใช้วิธีการเริ่มต้นที่เหมาะสมในการกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่สถานภาพทางคณิตศาสตร์
4. ยอมรับความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน
5. วางหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาและยุทธวิธีสำหรับปัญหาและสถานภาพใหม่ที่เกิดขึ้น
6. กำหนดปัญหาที่มีความซับซ้อนไปในขณะเดียวกันกับที่กำหนดปัญหาแบบง่าย
7. ใช้การแก้ไขหัวข้อของปัญหาหลาย ๆ อย่างในการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์

8. ใช้ความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อแก้ไขยุทธวิธีในการกำหนดปัญหา

ได้มีการจัดเตรียมการทดสอบก่อนเรียนในการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียนในกลุ่ม A และกลุ่ม B ไปในเวลาเดียวกัน กลุ่ม A จะได้รับการทดลองปฏิบัติจากการใช้ยุทธวิธีในการกำหนดปัญหาจากตำราและหนังสือเรียน โดยปัญหาที่นำมาใช้นี้มาจากหนังสือเรียนที่ใช้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้เวลาในการทดลองนี้ 4 สัปดาห์ นักวิจัยจะให้แนวทางในการสอนแบบเต็มรูปแบบในการกำหนดปัญหาจากปัญหาที่ได้รับ ซึ่งประกอบด้วยสิ่งที่นำเสนอ และข้อมูลจากการอภิปราย ยกตัวอย่างเช่น จากปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และปัญหาที่ไม่ได้เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นักเรียนในกลุ่มนี้จะต้องพัฒนาโดยกำหนดปัญหาจำนวน 10 หัวข้อในแต่ละสัปดาห์ และจำนวนรวมของการกำหนดปัญหาที่นักเรียนในกลุ่มนี้จะต้องทำรวมเป็นจำนวน 600 หัวข้อ โดยจะประกอบด้วย

ร้อยละ 10 ของปัญหาที่กำหนด เป็นคำถามที่ไม่สมบูรณ์

ร้อยละ 40 ของปัญหาที่กำหนด เป็นคำถามที่เคยกำหนดมาแล้วในขณะ

ร้อยละ 50 ของคำถามที่กำหนด จะประกอบด้วยแนวคิดใหม่ ๆ ในสภาพเงื่อนไขที่ได้รับหรือจากจุดประสงค์ ซึ่งจะเป็รูปแบบของการกำหนดคำถามที่ดี

ผลการศึกษารูปว่า ไม่มีนัยสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนกลุ่ม A และนักเรียนในกลุ่ม B ในการทดสอบหลังเรียน หัวข้อเรื่อง “ทักษะในการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์” แม้ว่าจะใช้ยุทธวิธีในการทดลองสองแบบที่แตกต่างกันกับนักเรียนในสองกลุ่มดังกล่าว ซึ่งผลการทดสอบหลังเรียนได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิม

ยุทธวิธีของการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์จากปัญหาในหนังสือที่ให้ไว้ มีผลต่อนักเรียนในกลุ่ม A ทางปฏิบัติต่อทักษะการกำหนดปัญหา

สำหรับกลุ่ม B ซึ่งแสดงว่าการทดสอบค่า T มีนัยสำคัญต่อทางปฏิบัติสำหรับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนในกลุ่ม B การกำหนดปัญหาโดยสถานภาพที่มีองค์ประกอบครึ่งหนึ่ง สามารถนำมาใช้ได้ผลสำเร็จเป็นอย่างดี

ยุทธวิธีในการกำหนดปัญหาจากสถานภาพที่มีองค์ประกอบเพียงครึ่งหนึ่ง สามารถนำมาใช้ได้ผลในการพัฒนาทักษะการกำหนดปัญหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่ม B และการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่ม C ได้แสดงนัยสำคัญที่ .00

โลว์ไร (Lowrie, 2002 : 354) ได้ออกแบบกรอบการทำงานสำหรับการกำหนดปัญหาที่มีต่อคำถามปลายเปิด คำถามปลายปิดของเด็กเล็กอายุ 6 ขวบ พบว่าในการกำหนดปัญหาเป็นการ

เริ่มต้นสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาให้กับเด็กโดยครูมีความสำคัญต่อการปรับปรุงให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีได้

ทอมสัน (Thomson. 2001 : 61-10B) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการใช้ตัวแทนในการสืบเสาะหาความรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย ศึกษาโดยการสังเกตจากครูและนักเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน ในขณะที่มีการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัสสำหรับคณิตศาสตร์ ในชีวิต โดยดูจากสภาพทั้ง ๆ ไปของห้องเรียน และทักษะการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการบันทึก เทปและวิดีโอและสัมภาษณ์ครู 1 คน และนักเรียน 6 คน และศึกษาจากการรายงานการทดลองของนักเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า จุดมุ่งหมายของครูและเวลาเรียนมีผลต่อการพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์และการใช้ภาษาของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง เมื่อมีเวลามากการดำเนินการของห้องก็จะเป็นการใช้คำถามของนักเรียนในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจของนักเรียน และมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์บ่อยครั้ง แต่ถ้ามีเวลาน้อยเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาหัวข้อต่าง ๆ ในห้องเรียนจะดำเนินไปด้วยคำถามและวิธีการของครู มีการเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์น้อยนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มยังคงไว้ ซึ่งกระบวนการของความคิดรวบยอดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และสามารถประยุกต์วิธีการได้ แต่นักเรียนมีความเชื่อมั่นในการบอกครูในเรื่องของความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยข้างต้น พบว่าการที่จะจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้นั้น ผู้เรียนจะต้องผ่านการกำหนดสถานการณ์ปัญหา โดยครูผู้จัดการเรียนรู้ต้องใช้เทคนิคการสอนอย่างหลากหลาย เช่น การใช้คำถามปลายเปิด การใช้ชุดการสอน การใช้วิธีสอนแบบบูรณาการ การใช้กลวิธีสอนแบบเมตาคอดนิชัน การสอนโดยการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น สามารถส่งเสริมและพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหานักเรียนได้ดี สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้มีผลต่อการพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน และส่งผลไปในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนของนักเรียน โดยเฉพาะกับวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริง