

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนองานวิจัยตามลำดับหัวข้อ ต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม. 3)

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

4. บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

5. โปรแกรม GSP

6. แผนการจัดการเรียนรู้

7. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

8. คำนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10. ความคงทนในการเรียนรู้

11. ความพึงพอใจในการเรียนรู้

12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

12.1 งานวิจัยในประเทศ

12.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม. 3)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดกรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและเมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละช่วงชั้นไว้ สถานศึกษามีหน้าที่จัดทำสาระการเรียนรู้และกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีหรือรายภาค โดยสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเป็นสาระเรียนรู้พื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคน นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้

เพิ่มเติมขึ้นเองได้ให้เหมาะสมกับศักยภาพและความต้องการของผู้เรียนได้อีก ผู้วิจัยจึงศึกษาหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

ความสำคัญ (กรมวิชาการ. 2545 : 1)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ ก็คืออย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 (กรมวิชาการ. 2545 : 34)

เมื่อผู้เรียนจบช่วงชั้นที่ 3 ผู้เรียนควรมีความสามารถ ดังนี้

มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รางที่สอง และรากที่สามของจำนวนจริง จำนวนเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สามของจำนวนจริงและสามารถนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตร ได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการ ให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องเกี่ยวกับการเลื่อน การสะท้อน การหมุนและการนำไปใช้ได้

สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์หรือปัญหาและสามารถใช้สมการ อสมการ กราฟ หรือแบบจำลองอื่นๆ ในการแก้ปัญหาได้

มีความเข้าใจค่ากลางข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฐานและฐานนิยมและเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีศึกษาและเก็บรวบรวม

ข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูลรวมทั้งอ่าน แปลความหมาย และข้อมูลจากการนำเสนอ ข้อมูลต่างๆ สามารถใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจนเข้าใจถึงความคาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น ได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

สาระการเรียนรู้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เลขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไป

ใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : วัดและคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริซึม (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์ที่แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 4.3 :

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ให้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการใช้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์อื่นๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มุ่งเน้นวัดสมรรถภาพของผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มศักยภาพ

ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดให้ทำการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี มีตัวชี้วัดในการวัดและประเมินผล ที่ต้องนำมาพิจารณาดังนี้

1. ด้านความรู้

ในการวัดและประเมินผลด้านความรู้ต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ 5 สาระดังนี้

- 1.1 จำนวนและการดำเนินการ
- 1.2 การวัด
- 1.3 เรขาคณิต
- 1.4 พีชคณิต
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ

ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะ/กระบวนการ เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนครอบคลุมประเด็นที่ต้องประเมิน ดังนี้

- 2.1 การแก้ปัญหา
- 2.2 การใช้เหตุผล
- 2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การ

เชื่อมโยงและการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

ในการวัดและประเมินผลด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ครอบคลุมประเด็นที่ต้องประเมิน ดังนี้

- 3.1 ทำงานอย่างมีระบบ
- 3.2 มีระบบระเบียบ
- 3.3 มีความรอบครอบ
- 3.4 มีความรับผิดชอบ

3.5 มีวิจารณญาณ

3.6 มีความเชื่อมั่นในตนเอง

3.7 ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การประเมินผลกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชีตหลักการสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน
2. การประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ จุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ในที่นี้ เป็นจุดประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับชั้น ระดับสถานศึกษาและระดับชาติ ในลักษณะของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ประกาศไว้
3. ในหลักการประเมินผลทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเท่าเทียมกับการวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. การประเมินผลการเรียนรู้ ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนรอบด้าน การประเมินผลการเรียนรู้มิใช่เป็นเพียงการให้นักเรียนทำแบบทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น แต่ควรใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่หลากหลาย
5. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถ ด้านคณิตศาสตร์ของตน การประเมินผลที่ดี โดยเฉพาะการประเมินผลระหว่างเรียนต้องให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น คิดปรับปรุงข้อบกพร่องและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้สูงขึ้น

วิธีการและเครื่องมือในการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลจะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนเพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน ฉะนั้นในการจัดทำแผนการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องกำหนดภาระงานที่จะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและเลือกวิธีการสอดคล้องกับภาระงาน หรือกิจกรรมหลักที่กำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติและวิธีการประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้สอนควรปฏิบัติ มีดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 : 90-105)

1. การประเมินด้วยการสื่อสารส่วนบุคคล
 - 1.1 การถามตอบระหว่างทำกิจกรรมการเรียน
 - 1.2 การสนทนาพบปะพูดคุยกับผู้เรียน
 - 1.3 การสนทนาพบปะพูดคุยกับผู้เกี่ยวข้องกับผู้เรียน
 - 1.4 การอ่านบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ของผู้เรียน

1.5 การตรวจแบบฝึกหัดและการบ้าน พร้อมให้ข้อมูลป้อนกลับ

1.6 การสอบปากเปล่าเพื่อประเมินความรู้

2. การประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) การประเมินตามสภาพจริงเป็นกระบวนการสังเกต การบันทึก และการรวบรวมข้อมูลจากวิธีการทำงาน เครื่องมือที่ใช้ประกอบการประเมินสภาพจริง ได้แก่ แบบสังเกต แบบสังเกต แบบสอบถาม แบบสำรวจรายการ แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก แบบวัดเจตคติ เป็นต้น

3. การประเมินสภาพจริงโดยใช้แฟ้มผลงาน (Assessment) เป็นการสะสมงานอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงถึงผลงานความก้าวหน้าและสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนในส่วนหนึ่งหรือหลายส่วนของการเรียนรู้ในวิชา

4. การประเมินจากโครงการงาน (Project Assessment) เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เลือกและสร้างกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีการศึกษาค้นคว้าเองและใช้แหล่งการเรียนรู้ ที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรง รู้วิธีแก้ปัญหา การทำงานอย่างเป็นระบบ

การฝึกทักษะการคิดคำนวณมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและมีทักษะการคิดคำนวณ

1.1 การฝึกทักษะควรทำหลังจากผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ แล้ว

1.2 การฝึกควรฝึกในช่วงเวลาไม่นานนัก

1.3 ควรใช้กิจกรรมการฝึกหลายๆ แบบ

1.4 การฝึกควรเริ่มจากง่ายไปหายาก

1.5 การฝึกควรให้น่าสนใจและท้าทายความสามารถ

1.6 การฝึกควรให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ดังนั้นผู้เรียนทุกคนจึงไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกแบบเดียวกัน

2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างเป็นระบบและมีความเป็นเหตุเป็นผลอยู่ในตัวเอง ด้วยเหตุนี้คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนจึงไม่ควรละเลยคุณค่าของคณิตศาสตร์ในข้อนี้ และควรสอดแทรกในการสอนทุกครั้งเท่าที่โอกาสจะอำนวยให้ โดยวิธีการต่างๆ หรือใช้คำถามประเภท ทำไม เพราะเหตุใด จงยกตัวอย่าง จริงหรือไม่ว่า ฯลฯ

3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้หลักสูตรมัธยมศึกษาเป็นเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันเป็นส่วนมาก เช่น เรื่องการคะเน การประมาณจำนวน การคิดคำนวณเกี่ยวกับเงิน เวลา การวัด ถ้าครูไม่จัดกิจกรรมเพื่อเชื่อมโยงการใช้ความรู้เหล่านี้ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนก็จะไม่รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมเพื่อให้ปฏิบัติจริง หรือจำลองเหตุการณ์ที่ผู้เรียนประสบใน

ชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม เช่น ให้มีการแลกเงินหรือมีการซื้อขาย มีการทอนเงินจัดให้ผู้เรียนได้วัดความยาว ชั่งน้ำหนัก ในเรื่องการบวก การลบ การคูณ การหาร ทวนนำโจทย์จากชีวิตประจำวันมาให้ผู้เรียนคิดเพื่อให้ได้เห็นแนวทางในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลต่อการรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์

ในด้านการปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความสำคัญและจำเป็น เช่นเดียวกับ การพัฒนาความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจึงควรให้ความสนใจด้วยว่ากิจกรรมเหล่านั้นจะมีผลต่อเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของผู้เรียนใน ทางด้านบวกหรือลบ ถ้าจะมีผลในทางลบครูควรหลีกเลี่ยง

ตัวอย่างพฤติกรรมการสอนของครูที่อาจมีผลต่อเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของผู้เรียนใน ทางบวก เช่น

1. การสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นความเข้าใจ
2. ให้ทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
3. ให้ทำกิจกรรมสนุกๆ เช่น กิจกรรมการแข่งขัน

ตัวอย่างพฤติกรรมการสอนของครูที่อาจมีผลต่อเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ในทางลบ เช่น

1. สอนคณิตศาสตร์โดยเน้นความจำโดยไม่เน้นความเข้าใจ
2. ให้แบบฝึกหัดที่ยากเกินกว่าความสามารถของผู้เรียน
3. ทำโทษด้วยการให้ทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์

หลักสูตรมัธยมศึกษาจัดวิชาคณิตศาสตร์ไว้ในกลุ่มทักษะ ซึ่งเป็นเครื่องมือ การเรียนรู้ แสดงว่าในการเรียนรู้เรื่องต่างๆ หลากๆเรื่อง ต้องอาศัยวิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน เช่น ในการศึกษา เรื่องการคมนาคม ที่ต้องให้แผนที่ ผู้เรียนต้องอ่านแผนที่ได้ ต้องมีความรู้ความเข้าใจเรื่องมาตราส่วน ในการเรียนรู้เกี่ยวกับสหกรณ์ ต้องใช้ความรู้ด้านการคิดคำนวณในการเรียนรู้เกี่ยวกับการประดิษฐ์ต้อง ใช้ความรู้ด้านการวัด เป็นต้น หากครูจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหา เช่น เรื่องใดต้อง เรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ เช่น การวัด การกะเน ก็ให้ผู้เรียนปฏิบัติในสถานการณ์ที่เห็นแนวทางนำไปใช้ เพื่อจะได้เกิดทักษะ และสามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครู สามารถจัดประสบการณ์ในการเรียนให้ผู้เรียนได้เคยชินกับทักษะกระบวนการ แก้ปัญหาและ กระบวนการคิด เพื่อให้เกิดการพัฒนาตนเองของนักเรียน

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเชียงขวัญพิทยาคม. 2545)

ศึกษา ฝึกทักษะกระบวนการในสาระต่อไปนี้

กรณีที่ที่สอง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริงที่อยู่ในรูป \sqrt{a} เมื่อ $\sqrt{a} \geq 0$ โดยใช้สมบัติ $\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b}$ เมื่อ $\sqrt{a} \geq 0$ และ $\sqrt{b} \geq 0$ และ $\sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$ เมื่อ $\sqrt{a} \geq 0$ และ $\sqrt{b} > 0$

การแยกตัวประกอบของพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสองที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม โดยอาศัยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์หรือใช้ทฤษฎีเศษเหลือ

สมการกำลังสอง การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยใช้สูตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการกำลังสองตัวแปรเดียว

พาราโบลา สมการพาราโบลา กราฟของสมการพาราโบลาที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$

ปริมาตรและพื้นที่ผิว การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม การแก้โจทย์หรือสถานการณ์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาตร และพื้นที่ผิว

ระบบสมการ การแก้ระบบสมการสองตัวแปรที่มีดีกรีไม่เกินสอง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการสองตัวแปร

การให้เหตุผลทางเรขาคณิต สมบัติเกี่ยวกับวงกลม การให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างรูปเรขาคณิต

เศษส่วนของพหุนาม การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนของพหุนาม การแก้สมการเศษส่วนของพหุนาม การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนของพหุนาม

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ได้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลองสรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และสามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา (parabola)

พาราโบลา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548 : 93 – 133)

1. สมการพาราโบลา

สมการ $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ x, y เป็นตัวแปร a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0$ เรียก สมการของพาราโบลา

2. พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2$ เมื่อ $a \neq 0$

จากสมการพาราโบลา $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อกำหนดให้

$a \neq 0, b=0, c=0$ จะได้ $y = ax^2$ เราจะพิจารณากรณี $a > 0$ และ $a < 0$ ต่อไปนี้

กรณี $a > 0$ จะพิจารณาแยกเป็น 2 กรณีคือ เมื่อ $a=1$ และเมื่อ $a \neq 1$

กรณี $a < 0$ จะพิจารณาแยกเป็น 2 กรณีคือ เมื่อ $a=-1$ และเมื่อ $a \neq -1$

3. พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + k$ เมื่อ $a \neq 0$

จากสมการพาราโบลา $y = ax^2 + k$ เราจะพิจารณา เป็น 2 กรณีคือ

กรณี $a > 0$ และ $a < 0$

4. พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = a(x-h)^2$ เมื่อ $a \neq 0$

จากสมการพาราโบลา $y = a(x-h)^2$ เราจะพิจารณา เป็น 2 กรณีคือ

กรณี $a > 0$ และ $a < 0$

5. พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = a(x-h)^2 + k$ เมื่อ $a \neq 0$

จากสมการพาราโบลา $y = a(x-h)^2 + k$ เราจะพิจารณา เป็น 2 กรณีคือ

กรณี $a > 0$ และ $a < 0$

6. พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$

8. การจัดหน่วยการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดหน่วยการเรียนรู้ 8 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 120 ชั่วโมง รายละเอียดดังตารางที่ 1 (โรงเรียนเชิงขั้ววิทยุพิทักษ์ 2545)

ตารางที่ 1 การจัดหน่วยการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชั้นเรียน/ภาคเรียน	สาระ/หน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)	1. กรณฑ์ที่สอง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริงที่อยู่ในรูป \sqrt{a} เมื่อ $\sqrt{a} \geq 0$ โดยใช้สมบัติ 1) $\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b}$ เมื่อ $\sqrt{a} \geq 0$ และ $\sqrt{b} \geq 0$	9

ชั้นเรียน/ภาคเรียน	สาระ/หน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
	2) $\sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$ เมื่อ $\sqrt{a} \geq 0$ และ $\sqrt{b} > 0$	15
	2. การแยกตัวประกอบของพหุนาม 1) การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ 2) การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสองที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม โดยอาศัยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์หรือใช้ทฤษฎีเศษเหลือ	
	3. สมการกำลังสอง 1) การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยใช้สูตร 2) การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการกำลังสองตัวแปรเดียว	12
	4. พาราโบลา 1) สมการพาราโบลา 2) กราฟของสมการพาราโบลาที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$	12
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)	5. ปริมาตรและพื้นที่ผิว 1) การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม 2) การแก้โจทย์หรือสถานการณ์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาตร และพื้นที่ผิว	12
	6. ระบบสมการ 1) การแก้ระบบสมการสองตัวแปรที่มีดีกรีไม่เกินสอง 2) การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการสองตัวแปร	15
	7. การให้เหตุผลทางเรขาคณิต 1) สมบัติเกี่ยวกับวงกลม 2) การให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างรูปเรขาคณิต	30
	8. เศษส่วนของพหุนาม 1) การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน	15

ชั้นเรียน/ภาคเรียน	สาระ/หน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
	ของพหุนาม 2) การแก้สมการเศษส่วนของพหุนาม การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนของพหุนาม	

9. สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเรื่อง พาราโบลา รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเรื่อง พาราโบลา

สาระหลัก	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
<p>4. พีชคณิต</p> <p>มาตรฐานที่ ค.4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้</p> <p>ค.4.2.3 เขียนกราฟแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปริมาณสองชุดหรือสมการเชิงเส้นที่กำหนดให้</p> <p>ค.4.2.4 อ่านและแปลความหมายของกราฟที่กำหนดให้</p>	<p>พาราโบลา(parabola)</p> <p>1) สมการพาราโบลา</p> <p>2) กราฟของสมการพาราโบลาที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$</p>	<p>- เขียนกราฟของพาราโบลาที่กำหนดให้</p> <p>- บอกลักษณะของกราฟพาราโบลาที่กำหนดให้</p>

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เน้นว่าความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้นแนวการสอนตามทฤษฎีนี้ จึงเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้อภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้เอง

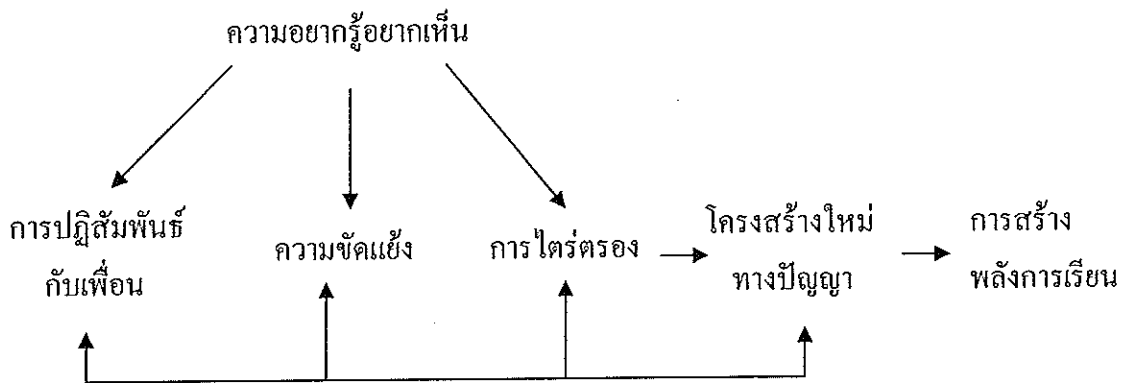
กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีนี้มีกรอบแนวคิดที่สำคัญ ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. ความรู้และประสบการณ์เดิมที่เป็นพื้นฐานของการสร้างความรู้ใหม่
3. ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ครูและเพื่อนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้
4. ผู้เรียนเป็นผู้กระตือรือร้นในการเรียน

สมมติฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

1. มนุษย์สร้างความรู้ผ่านกิจกรรมการไตร่ตรอง การสื่อสาร และการอภิปราย ซึ่งทำให้พวกเขาสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหา อันเดอร์ฮิลล์ (Underhill, 1991) ใช้โมเดลการเพิ่มพลังการเรียนรู้ของผู้เรียน (Model of Learner's Empowerment) ดังแผนภาพที่ 1 ในการอธิบายสมมติฐาน ดังนี้ (อัมพร ม้าคะนอง, 2546 : 6)



แผนภาพที่ 1 โมเดลการสร้างพลังการเรียนรู้ของผู้เรียน (Model of Learner's Empowerment)

1.1 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) และความขัดแย้ง (Conflict) เป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียน

1.2 การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน (Peer interaction) ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict)

1.3 ความขัดแย้งทางปัญญานำมาซึ่งการไตร่ตรอง (Reflection)

1.4 การไตร่ตรองกระตุ้นให้เกิดการจัดโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

1.5 ข้อ 1.1 ถึง 1.4 เกิดเป็นวงจร โดยประสบการณ์ของผู้เรียนมีผลต่อการเกิดวงจร และวงจรนี้เองที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและสร้างพลัง (Empowerment) การเรียนรู้ให้กับตนเอง

2. การสร้างความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนต่างกัน และต่างจากที่ผู้สอนคาดหวัง ผู้สอนต้องยอมรับและจัดการที่จะสนับสนุนสิ่งที่ผู้เรียนคิด

3. องค์ประกอบสำคัญในการสอน มีดังนี้

3.1 การรวบรวมสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นให้เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง

3.2 การสร้างแรงจูงใจภายในซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความรู้

3.3 การวิเคราะห์ความคิดผู้เรียนในกระบวนการเรียนการสอน

กรอบในการอธิบายแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีผู้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้

1. โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure)

บิกก์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2546 : 6 ; อ้างอิงมาจาก Bigge, 1982 : 17)

กล่าวว่า โครงสร้างทางปัญญา หมายถึง การรับรู้ในทางจิตวิทยาเกี่ยวกับโลกในเชิงส่วนตัว เชิงกายภาพ และเชิงสังคมของรายบุคคล โลกดังกล่าวนี้ประกอบด้วยตัวบุคคล ข้อเท็จจริง ความเชื่อ รอยความจำ และความคาดหวังทั้งหมดของรายบุคคลนั้น

คอนเฟรย์ (Confrey, 1991 : 114) กล่าวว่า โครงสร้างทางปัญญา คือ สิ่งที่บุคคลสร้างขึ้นจากความพยายามในการกระทำเพื่อแก้ปัญหา และได้รับการพิสูจน์ว่า สามารถนำไปใช้ซ้ำในสถานการณ์ใหม่อย่างได้ผล บุคคลจึงทำการพัฒนาปรับปรุงให้เป็นตัวแทน (Representation) หรือเครื่องมือ (Tool) สำหรับนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

ดังนั้นความหมายของโครงสร้างทางปัญญาจึงพอสรุปได้ ดังนี้

โครงสร้างทางปัญญา หมายถึง กรอบของความหมายหรือแบบแผนของการดำเนินการที่บุคคลสร้างขึ้นจากความพยายามจัดการกับสิ่งแวดล้อมหรือจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

แล้วใช้เป็นเครื่องมือในการตีความ การให้เหตุผลหรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์เฉพาะที่อยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้น และใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่อื่น ๆ ต่อไป

2. ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation)

ความขัดแย้งทางปัญญา หมายถึง สภาวะอสมดุล (Disequilibrium) อันเกิดจากการเผชิญกับความไม่สอดคล้องในความเชื่อบางอย่างที่ยึดถืออยู่ ความไม่สอดคล้องกันของข้อมูล ความไม่สมเหตุสมผล ความลังเล สภาวะที่ตัดสินใจไม่ได้หรือสภาวะที่โครงสร้างทางปัญญามีอยู่ไม่สามารถดูดซึมข้อมูลใหม่หรือแก้สถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ (Piaget, 1965)

บาลาเชฟ (อัมพร ม้าคะนอง, 2546 : 7 ; อ้างอิงมาจาก Balacheff, 1991 : 91) เสนอเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับความตระหนักได้ถึงความขัดแย้งทางปัญญาว่าประกอบด้วย 1) มีสมมติฐานอยู่ 2) เป็นไปได้ทั้งการที่จะสร้างข้อมูลสนับสนุนและข้อคัดค้านสมมติฐานนั้น

เบอร์ลิน (อัมพร ม้าคะนอง, 2546 : 6 ; อ้างอิงมาจาก Berlyne, 1968 : 70) เสนอว่า บุคคลที่อยู่ในสถานการณ์ซึ่งมีความขัดแย้งในระดับที่บุคคลสามารถจะตอบสนองได้ จะเกิดแรงขับที่เป็นความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) ซึ่งเป็นแรงจูงใจภายในให้บุคคลค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสนองแรงขับนั้น

แรงจูงใจภายในเป็นความพอใจที่ได้รับจากตัวเสริมแรงภายใน (Internal Reinforcer) ของบุคคลไม่ขึ้นกับจุดมุ่งหมายภายนอก พฤติกรรมที่เกิดจากแรงจูงใจภายใน ประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การสืบสวน (Investigation) การจัดกระทำ (Manipulation) การเผชิญความท้าทาย (Challenge Confrontations) เพื่อสนองความสนใจ ความเพลิดเพลิน เหตุผลส่วนตัวหรือความอยากรู้อยากเห็น และหลังจากได้ประจักษ์ในความสามารถของตนแล้วจะเกิดความพยายามมุ่งหน้าไม่ถอย (Persistence) และนำตนเองเข้าสู่ผูกพันกับงานใหม่ต่อไป (Re-Engagement)

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนโดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาคือการให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งต้องการ โครงสร้างทางปัญญาในการแก้ปัญหาเกินกว่าโครงสร้างทางปัญญานักเรียนมีอยู่ แต่มีบางส่วนร่วมอยู่ในโครงสร้างทางปัญญานักเรียนมีอยู่ และระดับความไม่เข้าใจกันระหว่างโครงสร้างทางปัญญาที่ปัญหาใหม่ต้องการกับโครงสร้างทางปัญญานักเรียนมีอยู่ อยู่ในระดับที่เป็นไปได้ที่นักเรียนจะแก้ปัญหาได้โดยตนเองหรือโดยการร่วมมือกับเพื่อน รวมทั้งการให้นักเรียนเผชิญกับความไม่สอดคล้องทางความคิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน อันก่อให้เกิดความลังเล เกิดสภาวะที่ตัดสินใจไม่ได้ จะก่อให้เกิดแรงขับที่เป็นความอยากรู้อยากเห็น อันเป็นแรงจูงใจภายในให้นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างใหม่ทางปัญญาที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ ปัญหาหรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาระหว่างนักเรียนได้ และการ

เรียนรู้ใหม่ที่เกิดจากความสามารถที่คล้อยตามสถานการณ์ปัญหาหรือขจัดความขัดแย้งระหว่างบุคคลได้
นี้ จะเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ด้วยการเผชิญกับปัญหาใหม่ต่อไป

3.3 การไตร่ตรอง (Reflection)

คิวอี้ (Dewey. 1933 : 17) อธิบายลักษณะของการไตร่ตรองว่า เป็นการ

พิจารณาความเชื่อหรือข้อสมมติฐานของความรู้ใด ๆ อย่างรอบคอบ แข็งขัน และมุ่งหน้าไม่ลดละที่จะหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือคัดค้านความเชื่อหรือข้อสมมติฐานนั้น ๆ ส่วนกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินการไตร่ตรอง ประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเกิดข้อเสนอ (Suggestions) เป็นขั้นที่มีความคิดผุดขึ้นมาโดยที่จิตจะโลดแล่นไปยังคำตอบที่อาจเป็นไปได้ซึ่งมีลักษณะปลายเปิด ข้อเสนอเหล่านี้จะกระตุ้นให้เกิดการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดต่อไป

2. ขั้นกำหนดรู้ปัญหา (An Intellectualization of The Perplexity into a Problem to be Solve) เป็นการสำรวจเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ว่าเงื่อนไขที่ก่อความยุ่งยากและเป็นสาเหตุของความยุ่งยากนั้น

3. ขั้นกำหนดความคิดนำทางหรือตั้งสมมติฐาน (Leading Idea or Hypothesis) หลังจากได้พิจารณาเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 2 แล้ว ข้อมูลในปัญหาและความเข้าใจในปัญหาจะปรับเปลี่ยนความคดที่เกิดขึ้นในขั้นที่ 1 ให้เป็นสมมติฐานที่เป็นไปได้มากขึ้นเพื่อใช้เป็นความคิดนำทาง (Guiding Idea) หรือสมมติฐานดำเนินการ (Working Hypothesis) ในการสังเกต และการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมภายใต้การควบคุม

4. ขั้นใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นการขยายความคิดหรือสมมติฐานด้วยเหตุผล โดยที่การใช้เหตุผลเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการอ้างอิง ข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตจะเป็นตัวบ่งชี้คำตอบ การปรับปรุงสมมติฐานโดยการใช้เหตุผลจะช่วยเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมด ซึ่งดูเหมือนขัดแย้งกันเข้าด้วยกันได้อย่างสอดคล้องตรงกัน คณิตศาสตร์สามารถแสดงให้เห็นถึงการใช้เหตุผลโยงความคิดที่สัมพันธ์กันได้อย่างยืดหยุ่น โดยไม่ต้องอาศัยการสังเกตในเชิงประจักษ์ สมมติฐานที่กำหนดขึ้นจากการสังเกตในเชิงวิทยาศาสตร์และเชิงทดลองใด ได้รับการทำให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ สมมติฐานนั้นจะสามารถเปลี่ยนรูปไปได้อย่างมากจนกระทั่งอยู่ในรูปที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างฉับไวและได้ผลดี

5. ขั้นกระทำเพื่อทดสอบสมมติฐาน (Testing Hypothesis by Action) เป็นขั้นทดสอบสมมติฐานด้วยการกระทำให้ปรากฏออกมาเป็นหลักฐานในเชิงประจักษ์ (Over Action) หรือกระทำด้วยการพิสูจน์ในเชิงเหตุผล (Imaginative Action) ความคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ต้องมีผลตามมาที่แน่นอน แม้ว่าข้อสรุปจะเป็นเพียงเชิงภาวะสันนิษฐาน (Hypothetical) หรือเชิงเงื่อนไข

(Conditional) ถ้าเราพบว่าเงื่อนไขทั้งหมดเป็นไปตามทฤษฎี และไม่พบลักษณะเชิงสมบัตินของทางเลือกอื่นที่จะมาเทียบได้ แนวโน้มที่จะรับสมมติฐานนั้นก็จะเป็นไปได้สูง ผลที่เกิดขึ้นอาจไม่ได้เป็นไปตามที่คิดเสมอ แต่ประโยชน์ยิ่งใหญ่ที่ได้รับจากการมีนิสัยไตร่ตรอง คือ ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นอย่างมีการไตร่ตรองจะช่วยชี้ทางว่าควรจะทำอะไรต่อไป ควรจะปรับเปลี่ยนสมมติฐานเดิมอย่างไร อีกทั้งนำไปสู่การพบปัญหาใหม่หรือการทำปัญหาเดิมให้กระจ่างขึ้น

คิ้วอัสสรุปว่า ขั้นตอนทั้งห้าดังกล่าวนี้เป็นเพียงโครงร่างของลักษณะการคิดอย่างไตร่ตรอง ในทางปฏิบัติจริงบางขั้นอาจถูกข้ามผ่านไปอย่างรวดเร็ว บางครั้งการบรรลุข้อสรุปอาจเกิดขึ้นในขั้นเดียวหรือบางครั้งอาจต้องย้อนกลับไปกลับมาในขั้นต่าง ๆ หลายครั้งก็ได้

เปียเจต์ (Piaget. 1965 : 46) กล่าวถึงการไตร่ตรองว่า เป็นกิจกรรมของการหลอมรวมความโน้มเอียง และความเชื่อมั่นที่แตกต่างกันของรายบุคคลในวิถีทาง ซึ่งการสนทนาและการแลกเปลี่ยนทางสังคม หลอมรวมความเห็นของรายบุคคลให้เป็นความเห็นกลาง (Median Opinion) ที่ทุกคนยอมรับได้

โคโนลด์ (Konold. 1991 : 145) ได้เสนอแนะให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ดำเนินกระบวนการไตร่ตรอง โดยการอภิปรายถึงความเชื่อของตนเกี่ยวกับสถานการณ์เฉพาะอย่างยิ่ง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนประเมินหรือตรวจสอบความเชื่อของตนตามเกณฑ์ต่อไปนี้

เกณฑ์ที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างความเชื่อของตนเองกับความเชื่อของผู้อื่นในเรื่องเดียวกัน

เกณฑ์ที่ 2 ความสอดคล้องภายในความเชื่อของตนเองระหว่างสถานการณ์เฉพาะต่าง ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างความสัมพันธ์เดียวกัน

เกณฑ์ที่ 3 ความสอดคล้องระหว่างความเชื่อกับผลจากการสังเกตในเชิงประจักษ์

ในกระบวนการของการพยายามแสดงความน่าเชื่อหรือความคิดของตนต่อกันและกันนั้น นักเรียนจะสำรวจลึกกลงไปในความเชื่อของตนเองถึงสถานการณ์อื่นที่อยู่ในกรอบโครงสร้างความสัมพันธ์เดียวกันกับสถานการณ์ที่กำลังอภิปราย และทำการสังเกตให้ประจักษ์ การสำรวจนี้สามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบความไม่สอดคล้องภายในความเชื่อของตนเองหรือพบความขัดแย้งระหว่างความเชื่อกับการสังเกตในเชิงประจักษ์ ดังตัวอย่างการทดลองของบาลาเชฟ (อัมพร ม้าคะนอง. 2546 : 7 ; อ้างอิงมาจาก Balacheff. 1991 : 95) กับนักเรียนวัย 13-14 ปี โดยให้นักเรียนจับคู่กันหาวิธีคำนวณจำนวนเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม สูตรที่นักเรียนคิดได้ถือว่าเป็นสมมติฐานที่ได้มาจากความเห็นที่สอดคล้องกันของนักเรียนในคู่ ตามเกณฑ์ที่ 1 สมมติฐานนี้จะเป็นความรู้ที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อมีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่ 2 และเกณฑ์ที่ 3 ด้วย เช่น สูตรที่

คิดขึ้นโดยผู้รับการทดลองคนหนึ่ง สามารถใช้คำนวณจำนวนเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยมได้ ถูกต้องตรงกับจำนวนเส้นทแยงมุมที่นับได้จริง ๆ ตั้งแต่รูปสามเหลี่ยมจนถึงรูปหกเหลี่ยม แต่สูตรนี้มีอันต้องตกไปเพราะเกิดความไม่สอดคล้องตามเกณฑ์ที่ 2 และเกณฑ์ที่ 3 จากการถูกค้านด้วยรูปเจ็ดเหลี่ยม สมมติฐานของนักเรียนผู้นั้นจึงต้องได้รับการเปลี่ยนแปลงใหม่ เพื่อใช้ได้กับรูปหลายเหลี่ยมจำนวนมากที่สุด และเมื่อใดที่มีตัวอย่างรูปหลายเหลี่ยมใดมายืนยันความขัดแย้งในเชิงประจักษ์อีกก็ ต้องปรับเปลี่ยนสมมติฐานต่อไปอีก

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สรุปได้ว่าการไต่ตรองเป็นกิจกรรมของการตรวจสอบและปรับเปลี่ยนสมมติฐานต่าง ๆ ที่รายบุคคลเสนอเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาอย่างพินิจพิเคราะห์ ด้วยเหตุผลหรือเหตุการณ์ที่ทดสอบได้โดยอาศัยประสบการณ์ โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมของรายบุคคล และการแลกเปลี่ยนทางสังคมเป็นเครื่องมือจนได้ สมมติฐานที่สามารถขจัดความขัดแย้งทางปัญญาระหว่างบุคคลภายในบุคคล และระหว่างความคิดกับผลจากการทดสอบ สมมติฐานที่ได้มานี้คือโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ที่รายบุคคลและกลุ่มได้ร่วมกันสร้างขึ้นเป็นความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่อง กิจกรรมดังกล่าวนี้ นอกจากจะส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาที่ร่วมกันของกลุ่มแล้ว ยังส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาที่เป็นส่วนตัวด้วย

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

กระบวนการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ในจุดเริ่มต้นประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิม ครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาใหม่ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสร้างสถานการณ์ การใช้เกม ใช้คำถาม ฯลฯ เพื่อเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่และเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างโครงสร้างทางปัญญา ครูจะต้องค้นหาและระลึกถึงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพราะถ้านักเรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมได้มาก นักเรียนจะมีข้อมูลที่จะไปใช้ในการแก้ปัญหาคด้วยวิธีการที่หลากหลายได้มาก ดังนั้น นักเรียนจะต้องแสดงออกมาให้ครูได้เห็นว่าคุณแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เรียนมาน้อยเพียงใด เพื่อเป็นการทดสอบความคิดรวบยอด ความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ หลังจากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นสอน ประกอบด้วย

2.1 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา

ครูเสนอปัญหาคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาดังกล่าว เป็นปัญหาที่ไม่เข้ากับโมทัศน์ การคำนวณหรือการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปแล้วแต่มีบางส่วนร่วมอยู่ในโมทัศน์การคำนวณหรือการแก้ปัญหานั้น ให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล จัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย กลุ่มละ 3-5 คน ตามระดับความสามารถ นักเรียนแต่ละคนแสดงวิธีทำและเหตุผลที่ทำต่อกลุ่มของตน

2.2 ขั้นกิจกรรมไตร่ตรอง

2.2.1 นักเรียนในกลุ่มย่อยช่วยกันสร้างสถานการณ์ตัวอย่างที่มี

โครงสร้างความสัมพันธ์แบบเดียวกันกับสถานการณ์ปัญหาแต่ประกอบด้วยสิ่งเฉพาะที่แตกต่างกับสถานการณ์ปัญหาซึ่งนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการเชิงประจักษ์หรือด้วยวิธีทำในแบบที่นักเรียนเคยเรียนรู้แล้ว

2.2.2 นักเรียนในกลุ่มย่อยช่วยกันตรวจสอบวิธีทำที่นักเรียนในกลุ่ม

ของตนใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนำวิธีทำของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมาลองใช้กับสถานการณ์ตัวอย่างที่นักเรียนสร้างขึ้น แล้วเลือกวิธีทำในแบบที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว ถ้าไม่มีวิธีทำของนักเรียนคนใดในกลุ่มให้ผลสอดคล้องกันดังกล่าว นักเรียนต้องทำการปรับเปลี่ยนวิธีใหม่ จนกว่าจะได้วิธีทำที่ไม่ถูกค้านด้วยสถานการณ์ตัวอย่างใด ๆ ที่สร้างขึ้นมาตรวจสอบวิธีทำนั้น ๆ ซึ่งอาจจะหาได้มากกว่า 1 วิธี

2.2.3 กลุ่มย่อยทำการตกลงเลือกวิธีทำที่เป็นที่ยอมรับได้ของนักเรียน

ทุกคนในกลุ่มและช่วยกันทำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความพร้อมที่จะเป็นตัวแทนในการนำเสนอผลงานของกลุ่ม ตอบข้อซักถามและชี้แจงเหตุผลต่อกลุ่มใหญ่ได้

2.2.4 ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มมาเสนอวิธีทำต่อกลุ่มใหญ่

กลุ่มอื่น ๆ เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือเหตุผลมาค้านวิธีทำที่ยังค้านได้ ถ้ากลุ่มอื่น ๆ ไม่สามารถค้านได้ครูจึงจะเป็นผู้ค้านเอง วิธีทำที่ถูกค้านจะตกไป ส่วนวิธีทำที่ไม่ถูกค้านจะเป็นที่ยอมรับ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี

2.2.5 ครูเสนอวิธีทำที่ครูเตรียมมาเป็นเนื้อหาใหม่สำหรับนักเรียนที่

พบว่าไม่มีกลุ่มย่อยใดเสนอในแบบที่ตรงกับวิธีที่ครูเตรียมไว้ ถ้ามีครูไม่ต้องเสนอ แล้วร่วมกันอภิปรายข้อได้เปรียบเสียเปรียบของวิธีทำต่าง ๆ ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

2.2.6 ให้นักเรียนแต่ละคนสร้างปัญหาใหม่ที่มีโครงสร้าง

ความสัมพันธ์แบบเดียวกันกับโครงสร้างเดิม แล้วแลกเปลี่ยนกันแก้ปัญหาที่เพื่อนสร้างด้วยวิธีทำใหม่ ซึ่งได้รับการตรวจสอบจนเป็นที่ยอมรับแล้ว แล้วตรวจสอบคำตอบกับเจ้าของปัญหา ชักถามและอภิปรายเพื่อพบข้อขัดแย้ง ครูจะเข้าช่วยเหลือเฉพาะในกรณีที่ไม่สามารถขจัดความขัดแย้งได้เอง

2.3 ชั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

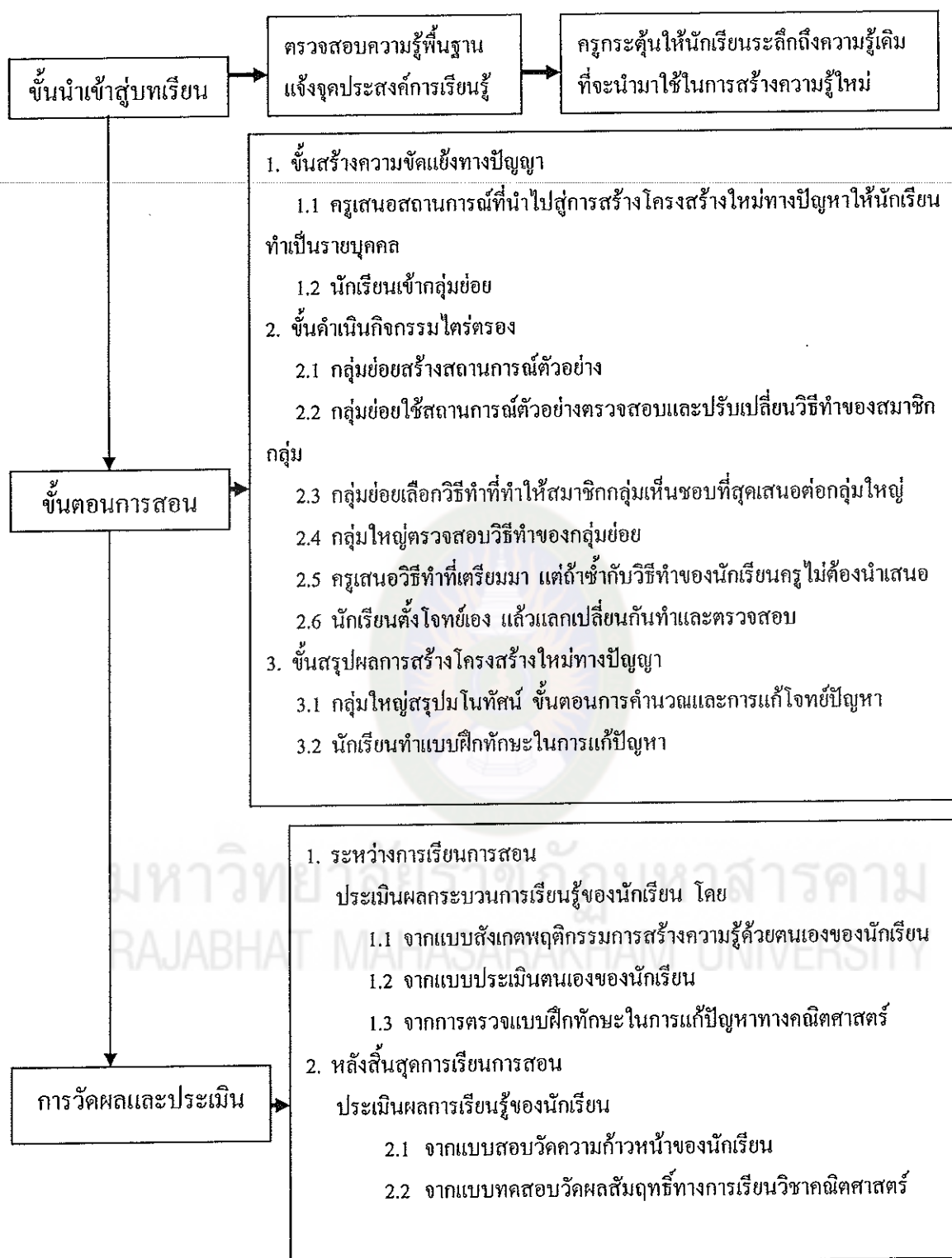
2.3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปมโนทัศน์ขั้นตอนการคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นใหม่ในขั้นตอนกิจกรรมไตร่ตรอง

2.3.2 นักเรียนทำใบงาน ใบกิจกรรม เอกสารแนะแนวทาง และแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหา

3. ชั้นการประเมินผล

ประเมินจากใบงาน ใบกิจกรรม เอกสารแนะแนวทาง แบบฝึกทักษะ แบบสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาในแต่ละแผนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การวัดผลและประเมินผลโดยใช้รูปแบบตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พอสรุปลำดับขั้นตอนการสอนได้ตามแผนภาพที่ 2 (ไพจิตร สะดวกการ. 2539 : 205)



แผนภาพที่ 2 ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลโดยใช้รูปแบบตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คัดแปลงจากรูปแบบการสอนของ ไพจิตร สะดวกการ

นอกจากนี้การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นั้น ไคร์เวอร์และเบลล์ (ไพจิตร สะดวกการ. 2539 : 205) ได้กำหนดขั้นตอน ไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียน
บทเรียน

2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of Prior Knowledge) เป็นขั้นที่ผู้เรียน แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ขั้นนี้ทำให้เกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา (Cognitive Conflict) เกิดภาวะไม่สมดุล (Unequilibrium)

3. ขั้นเปลี่ยนแนวความคิด (Turning Restructuring of Idea) เป็นหัวใจที่สำคัญตาม แนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันและกัน (Clarification And Exchange of Ideas)

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) นอกจากการอภิปรายและ การสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางแบบวิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ แล้วกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of The New Ideas) เป็นการทดลองหรือ การคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of Idea) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้ แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่า ความคิดความ เข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อ สิ้นสุดบทเรียน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว (Long – Term Memory) เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2545 : 9-10)

4. บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ครูควรเปรียบเหมือนผู้อำนวยการความสะดวกใน การเรียนรู้และมอบหมายอำนาจให้กับนักเรียนในการสร้างความเข้าใจในเนื้อหาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่ ควรเป็นผู้แนะนำหรือเป็นผู้จัดพฤติกรรมของผู้เรียน โดยบุคคลได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทการสอน ของครูไว้ 12 ประเด็น ดังนี้ (ไพจิตร สะดวกการ. 2539 : 205 ; อ้างอิงมาจาก Brooks. 2000 : 101-118)

1. ผู้สอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะต้องเป็นผู้ให้กำลังใจและยอมรับความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียน เพราะความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียนเป็นสาเหตุให้ผู้เรียน ได้มีการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ การที่ผู้เรียนเกิดคำถามและสามารถตอบคำถามนั้น ได้โดยการวิเคราะห์แสดงว่าผู้เรียนนั้นเป็นผู้มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและสามารถกลายเป็นผู้แก้ปัญหาได้ดีเท่ากับเป็นผู้ค้นพบปัญหา
2. ผู้สอนควรใช้ข้อมูลตามธรรมชาติและแหล่งข้อมูลที่แท้จริง ประกอบกับความชำนาญการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้น เริ่มต้นด้วยการเรียนรู้จากผลของการค้นหาความสัมพันธ์กับปัญหาที่แท้จริง
3. ผู้สอนควรใช้คำพูดที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เช่น ให้จำแนก (Classify) ให้วิเคราะห์ (Analyze) ให้ทำนาย (Predict) การแปลความหมาย (Interpretation) การจัดประเภท (Classification) และการทำนาย (Prediction) เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาต่าง ๆ
4. ผู้สอนยินยอมให้ผู้เรียนเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียน เปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนและการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ความสนใจหรือความไม่สนใจในบทเรียนของผู้เรียนนั้น จะส่งผลให้ประเด็นหลักหรือเนื้อหาตามหลักสูตรจะต้องตัดออกไป แต่ความหมายผู้สอนจะนำสิ่งที่ได้จากผู้เรียนในขณะนั้นมาใช้ในบทเรียน การที่ผู้เรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นเกิดขึ้น เป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากกว่าการเรียนรู้เฉพาะบทเรียน
5. ผู้สอนต้องทำความเข้าใจโมทัศน์ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจของตนออกมาก่อนการถามความเข้าใจของผู้เรียน จะเป็นการจำกัดความคิดของผู้เรียน ผู้เรียนจะยุติการคิดเพื่อรอคำแนะนำหรือรอคำตอบที่ถูกต้องจากผู้สอน
6. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับผู้สอนและผู้อื่น แนวทางหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงหรือแรงเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดความเข้าใจมากขึ้นคือ การได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเสนอความคิดของตนเอง ได้รับฟัง และได้สะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมของคนที่มีอยู่
7. ผู้สอนควรเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้มีการเริ่มต้นในการตอบสนองและมีการตอบสนองบ่อยขึ้น ผู้เรียนก็จะ ได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำผู้เรียนไปสู่การสร้างความเข้าใจในประเด็นปัญหาและความคิดของตนเอง

8. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตอบคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้คำถามที่ซับซ้อนและใช้คำถามปลายเปิดได้ ถือเป็นการทำงานทำให้ผู้เรียนได้เสาะแสวงหาไปถึงประเด็นที่ลึกซึ้งและกว้างไกล เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือการปฏิรูปความเข้าใจตนเอง

9. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้แย้ง หรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้และกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้แย้ง จะส่งผลให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาการทางปัญญา

10. ผู้สอนจะต้องใช้เวลาหลังจากได้ถามคำถามหรือตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นในทันที ผู้เรียนในส่วนนี้จำเป็นต้องอาศัยเวลา การที่ผู้สอนต้องการคำตอบหรือการตอบสนองจากผู้เรียนส่วนนี้ทันทีที่จะกลายเป็นการยับยั้งความคิดของผู้เรียนและเป็นการบีบบังคับให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้ดูแลเหตุการณ์

11. ผู้สอนควรใช้เวลาสำหรับผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์และสร้างสรรค์การเรียนรู้เปรียบเทียบ ผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรมสำหรับชั้นเรียนและจัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ด้วยตนเอง

12. ผู้สอนควรเอาใจใส่ธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้นักเรียนสร้างความรู้และความรู้ที่ดีที่สุดเกิดจากผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทในการกระทำ ได้จัดกระทำกับสื่อที่เป็นรูปธรรม ได้พูดอธิบายแนวคิดด้วยตนเอง มีการอภิปรายในกลุ่มย่อย และครูมีบทบาทในการจัดสภาพแวดล้อม พร้อมทั้งใช้เทคนิคในการกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และสังเกตศึกษาพัฒนาการความคิดหรือความเข้าใจจากการบันทึก การสัมภาษณ์หรือดูจากแผนงานของนักเรียน ซึ่งสามารถสะท้อนผลถึงความสามารถของนักเรียนได้อย่างเต็มตามศักยภาพ

5. โปรแกรม GSP

โปรแกรม เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ การสำรวจ และการวิเคราะห์เนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นยังเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยสร้างองค์ความรู้ หรือความคิดรวบยอดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากเวลาใช้โปรแกรม GSP ผู้ใช้สามารถสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเชิงเรขาคณิต และผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับโปรแกรมได้ โปรแกรม GSP สามารถนำมาใช้ในการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ จำนวนและการดำเนินการกราฟของสมการชนิดต่าง ๆ ตลอดจนจนถึงการแสดงการเคลื่อนไหวของรูปเรขาคณิตเพื่อสร้างความคิด

รวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน ให้สามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ถ้าผู้ใช้เป็นนักเรียน Sketchpad จะช่วยทำให้ผู้เรียนสำรวจเนื้อหาและพัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายสาระ เช่น เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัสและเนื้อหาอื่น ๆ สำหรับครูผู้สอน โปรแกรม Sketchpad เป็นสื่อที่ช่วยส่งเสริมบรรยากาศของการเรียน ที่ส่งเสริมให้มีการนำเสนอความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีการซักถามและโต้ตอบ และช่วยทำให้นักเรียนตั้งข้อความคาดเดาเหตุการณ์ และหาข้อสรุปในเวลาเรียนในห้องปฏิบัติการ หรือในช่วงเวลาที่มีการนำเสนอหน้าห้องเรียนได้ สำหรับผู้ใช้ที่เป็นนักวิจัยทางคณิตศาสตร์หรือนักคณิตศาสตร์ศึกษา จะพบว่า การใช้ Sketchpad จะช่วยตอบคำถามที่เกี่ยวกับการทดลอง เช่น ถ้า.....แล้ว Sketchpad จะช่วยพิสูจน์สมบัติต่าง ๆ ทางเรขาคณิต นอกจากนี้ยังสามารถสร้างการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ได้อย่างไม่สิ้นสุด(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป. : 1-4)

โปรแกรม GSP เป็นซอฟต์แวร์ที่เป็นพลวัต ที่ช่วยทำให้ผู้เรียนมีโอกาสสำรวจและค้นพบแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ตลอดจนการหาค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชัน และการหาปริพันธ์ การใช้ โปรแกรม GSP ทำให้การสอนคณิตศาสตร์ เช่น การแปลง การเลื่อนขนาน การหมุนและการสะท้อน ภาคตัดกรวย เวกเตอร์ แคลคูลัส และฟังก์ชันตรีโกณมิติเป็นไปอย่างถูกต้องชัดเจน และง่ายต่อความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการนึกภาพในสมอง(Visualize Skills) ของตนเอง เกิดทักษะการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) ทำให้มีทักษะการคาดเดา(Conjectures) ที่สามารถนำไปสู่การพิสูจน์

ผลจากงานวิจัยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ พบว่า GSP เป็นสื่อที่สำคัญในการพัฒนาทักษะที่เป็นองค์ประกอบทั้งหมดของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ GSP ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ผู้เรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP จะมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และตระหนักถึงคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง

ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์ในทุกช่วงชั้น มีการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนตรงตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงศึกษาธิการ

ความสำคัญของโปรแกรม GSP

GSP เป็นโปรแกรมแอนกประสงค์ ขอบเขตของการใช้ขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ใช้ ในด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น จากการศึกษาการใช้งานพอสรุปได้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2549ข : 2-4)

1. ตำราและการสอนทฤษฎีบททางเรขาคณิต หนังสือเรขาคณิตมักเต็มไปด้วยทฤษฎีบท สัจพจน์ บทแทรก และบทนิยาม ซึ่งหลายอย่างยากแก่การเข้าใจ หรือแม้จะเข้าใจแต่ก็ไม่ลึกซึ้งนัก วิธีที่จะเข้าใจทฤษฎีบทที่ยาก ๆ หรือวิธีสอนเรื่องยากในชั้นเรียนคือ การใช้สื่อ โปรแกรม GSP สร้างแบบจำลองต่าง ๆ ให้เห็นเป็นรูปธรรม

2. การนำเสนองานในห้องเรียน แบบร่างที่นำเสนอเป็นเอกสารของโปรแกรม GSP ที่ออกแบบไว้สำหรับการนำเสนอ (หรือเอกสารเผยแพร่) ไปยังกลุ่มต่าง ๆ และครูสามารถใช้ Sketchpad เป็นเครื่องมือในการสอนที่มีประสิทธิภาพ

3. การสร้างรูปต่าง ๆ ทางเรขาคณิต และการแสดงด้วยการเคลื่อนไหว เมื่อเราชำนาญการใช้ Sketchpad แล้ว จะพบว่าในการสร้างรูปต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาน้อยกว่าการสร้างด้วยมือ และรูปที่สร้างนั้นสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนไหวพร้อมกับสำรวจการเปลี่ยนแปลงได้

4. สามารถนำสื่อโปรแกรม GSP ไปใช้ได้กับหลายเนื้อหา เช่น การสำรวจเกี่ยวกับพีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัส และนอกจากนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับต่าง ๆ หรือในหัวข้อต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ชั้นสูง

นอกจากนี้ โปรแกรม GSP ยังเป็นเครื่องมือที่นักเรียนสามารถใช้กับเนื้อหาเรขาคณิตแบบ หรือ Non – Euclidean พีชคณิต แคลคูลัส และตรีโกณมิติ ในการเรียนรู้โน้ตค้นทางเรขาคณิตนั้น โปรแกรม GSP สามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้เกิดการสำรวจและทำความเข้าใจเนื้อหาเรขาคณิตได้ง่ายขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการค้นพบ โดยนักเรียนจะเห็นภาพในตอนแรกแล้วทำการวิเคราะห์ปัญหา หลังจากนั้นนักเรียนจะตั้งข้อคาดเดาก่อนที่จะทำการพิสูจน์เรื่องนั้น ๆ กระบวนการเรียนรู้จากโปรแกรม GSP จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาพื้นฐานของตนเองในเชิงรูปธรรมก่อนแล้วค่อย ๆ พัฒนาการเรียนรู้ไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ผู้ใช้จะสามารถสร้างรูปเรขาคณิต วัดขนาด สัดส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง มุม และที่ที่ได้อัตโนมัติและถูกต้อง ทั้งยังให้ผู้เรียนสร้างรูปสองมิติและสามมิติบนจอแล้วทำกิจกรรมสำรวจ การขีด หด เลื่อนรูปในมุมมองต่าง ๆ เพื่อเรียนรู้โน้ตค้นทางเรขาคณิตได้รวดเร็ว นำไปสู่การค้นหาค้นหาสมบัติต่าง ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น คึงคุณความสนใจ เกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผลและเพิ่มพูนความรู้ ซึ่งการเรียนรู้เรขาคณิตในลักษณะดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนมองสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างมีความหมายขึ้น การใช้โปรแกรม GSP จะช่วยให้การสร้างรูปได้อย่างรวดเร็วทำให้การแก้ปัญหาในเรื่องที่ยากและซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดเวลาในการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังใช้งานง่าย ใช้เวลาน้อยในการศึกษาการใช้งาน ผู้สอนสามารถทำเป็นสคริปต์ใช้ในการสาธิตหรือสรุปให้ผู้เรียนศึกษาตาม เพื่อการทบทวนเนื้อหาได้ (วัชรสันต์ อินธสาร. 2547 : 22-23)

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน จึงต้องมีการปรับปรุงวิธีการสอนและหลักสูตรคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ไอซีที เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น ผู้สอนควรจัดเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกระทำจริง มีประสบการณ์จากของจริง และมีประสบการณ์อย่างเห็นได้ชัดทางด้าน

คณิตศาสตร์ก่อนที่จะเรียนแนวคิดด้านคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม (กิดานันท์ มลิทอง. 2548 : 262)

คอมพิวเตอร์นับว่าเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพยิ่งเพื่อใช้สอน ทบทวน และฝึกปฏิบัติในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์ในการคำนวณรวมถึงการมองเป็นภาพจนเชิงวิทยาศาสตร์ การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะช่วยดึงดูดความสนใจแก่ผู้เรียนและสร้างความกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างมาก สามารถใช้ในการเรียนรู้ความรู้ความถนัดได้อย่างดี ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกเป็นอิสระจากการคำนวณที่น่าเบื่อทำให้มีสมาธิยิ่งขึ้นในการแก้ปัญหา และช่วยให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการของข้อมูลตัวเลขได้อย่างแจ่มชัดขึ้น โดยนำซอฟต์แวร์โปรแกรมมาใช้ในวิชาเรขาคณิตและสถิติ ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2548 : 265)

1. โปรแกรม GSP ใช้ในการสอนเรขาคณิต เพื่อสร้างรูปทรงเรขาคณิต 2 มิติ และ 3 มิติ ศึกษารายละเอียดของเส้นโค้ง เส้นตรง มุม และพื้นที่
2. Microsoft Excel, Lotus 1-2-3 ใช้ในการสอนสถิติเพื่อการคำนวณข้อมูลในลักษณะตารางและสร้างเป็นกราฟรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว
3. Graphmatica และ Mathematica ใช้ในการสร้างกราฟ 2 มิติ และ 3 มิติ มีการใช้สีเพื่อเปรียบเทียบความชัดเจน

โปรแกรม GSP มีความสามารถในการสร้างสื่อการสอนวิชาเรขาคณิต และวิชาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เป็นต้น และลักษณะการใช้งานเบื้องต้น ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2549 : 1-85)

1. การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต การใช้ The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตนี้ สามารถตรวจสอบร่องรอยการสร้างได้จากคำสั่งแสดงที่ซ่อนไว้ทั้งหมด การสร้างรูปเรขาคณิตต้องอาศัยความรู้เรื่องการสร้างพื้นฐาน 6 แบบ ดังนี้

1. การสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเท่ากับความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
2. การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
3. การสร้างมุมที่มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้
4. การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้
5. การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้

6. การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้

2. การสร้างตารางความสัมพันธ์ โปรแกรม GSP มีสมบัติที่เอื้อให้ครูใช้ตารางความสัมพันธ์เพื่อช่วยในการสอนเนื้อหาต่าง ๆ เช่น ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาว พื้นที่ เส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อเรลากจุดใดจุดหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยม จะทำให้ข้อมูลในตารางเปลี่ยนแปลงไปตามความสัมพันธ์ของรูป

3. การแปลงทางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตประกอบด้วย การสะท้อน การหมุน การเลื่อนขนาน การย่อ/ขยาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น

4. การสร้างกราฟ โปรแกรม GSP สามารถสร้างกราฟได้ง่ายมาก ทำให้นักเรียนได้สำรวจลักษณะของกราฟเมื่อมีค่าของตัวแปร เปลี่ยนแปลงไปโดยไม่ต้องสร้างรูปกราฟขึ้นมาใหม่

5. การสร้างรูปสามมิติ โปรแกรม GSP สามารถสร้างเป็นรูปสามมิติได้ และสามารถเคลื่อนไหวให้เห็นลักษณะของรูปได้รอบด้านสามมิติในระนาบแกน x , y และ z

6. การพิสูจน์ทางเรขาคณิต โปรแกรม GSP สามารถแสดงการพิสูจน์ทางเรขาคณิตเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า โปรแกรม GSP มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิต ตรีโกณมิติ พีชคณิต และแคลคูลัส สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับกลศาสตร์และวิชาศิลปะ
2. การนำเสนอที่เป็นรูปแบบการเคลื่อนที่ ทำให้เกิดการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและตื่นตัว สามารถทำความเข้าใจหรือการหาคำตอบด้วยตนเองจากการสำรวจกิจกรรมต่าง ๆ
3. สามารถสร้างงานได้หลากหลายรูปแบบตามจินตนาการของผู้ใช้ การนำเสนอด้วยกราฟิกสวยงาม เพิ่มสีสันการนำเสนอด้วยสีพารามตริก (Parametric color) และการออกแบบกิจกรรมได้ง่ายต่อการใช้งาน
4. มีฟังก์ชันคำนวณและฟังก์ชันต่าง ๆ สำหรับการสอนคณิตศาสตร์ ง่ายต่อการประยุกต์ หรือดัดแปลงเพื่อประกอบการสอน
5. ผู้ใช้สามารถบูรณาการไปสู่กิจกรรมทางเรขาคณิตบนเว็บ (Web-based) ได้
6. สามารถสร้างรูปที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ง่าย

การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์มีผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการสอนไว้ ดังนี้

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ(2542 : 6) พัฒนบทเรียนเรขาคณิตโดยใช้ โปรแกรม GSP โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด จินตนาการ ด้วยการลงมือปฏิบัติเองโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. สํารวจ โดยสํารวจตามแนวทางที่แนะนํามาไว้เพื่อหาความสัมพันธ์
2. ตั้งข้อคาเดคา เป็นการบันทึกของนักเรียนที่คิดว่าเป็นไปได้ในรูปเรขาคณิตที่มี

เงื่อนไขตามกำหนด

3. การสืบเสาะหาเหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อคาเดคาที่ตั้งไว้ โดยพิจารณาจากรูปเรขาคณิตที่สร้างไว้

4. สรุปเนื้อหา โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาที่ได้จากการปฏิบัติ

สุจิรา มุสิกะเจริญ (2542 : 40) ได้ใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์โดยมีลักษณะการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นนำ นักเรียนทบทวนความรู้เดิมโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูป สรุปเนื้อหาที่ผ่านมา
2. ขั้นสอน

2.1 ขั้นสร้างรูป ให้นักเรียนสร้างรูปในเรื่องที่เรียน หรือใช้ไฟล์สำเร็จรูปที่ครูเตรียมไว้ในกรณีที่ต้องการสร้างรูปที่ซับซ้อน

2.2 ทดลอง (ลองผิดลองถูก) นักเรียนปฏิบัติตามใบงานนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนค้นพบสมบัติต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2.3 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องที่นักเรียนได้ทำ

อรรรดศาสตร์ นิमितพันธ์ (2542 : 41) ได้ใช้โปรแกรม GSP ประกอบกับกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นคือ

1. ขั้นสำรวจ ให้นักเรียนใช้รูปจากไฟล์สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หรือนักเรียนอาจสร้างรูปเองในการสำรวจค่าต่าง ๆ เช่น ขนาดของมุม ความยาวของเส้นตรง

2. ขั้นตั้งข้อคาเดคา เป็นขั้นที่มีข้อความขึ้นมาและมีข้อความในวงเล็บให้นักเรียนเลือก โดยนักเรียนพิจารณาจากกิจกรรมขั้นสำรวจ

3. ขั้นสืบเสาะหาเหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อคาเดคา โดยการโยกรูป เคลื่อนรูป และให้นักเรียนให้เหตุผล ในกรณีที่ข้อคาเดคาของนักเรียนไม่ถูก

4. ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปผลจากการทำกิจกรรมที่ผ่านมาทั้ง 3 ขั้น

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547 : 67) ได้จัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนใช้โปรแกรม GSP โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้คำถามหรือไฟล์สำเร็จรูป และใช้การถามตามสรุปเนื้อหาคาบที่ผ่านมา

2. ขั้นสอน นักเรียนเรียนเนื้อหาใหม่โดยทำกิจกรรมตามใบงานมีขั้นตอนย่อย ๆ คือ

2.1 ขั้นการสร้างรูป ให้นักเรียนสร้างรูปโดยใช้โปรแกรม GSP

2.2 ขั้นการทดลอง(เพื่อหาข้อค้นพบ) หลังจากนักเรียนสร้างรูปแล้วให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงาน โดยใช้เครื่องมือในโปรแกรมวัดขนาดหรือความยาว นักเรียนสังเกตวิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบ

2.3 ขั้นสรุปข้อค้นพบ นักเรียนนำข้อค้นพบที่ได้มาสรุปเป็นหลักการ

3. ขั้นสรุป นักเรียนเปิดไฟล์สำเร็จรูป ซึ่งเป็นข้อสรุปของเนื้อหาหลังการเรียน จากข้อมูลข้างต้น สรุปว่าการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถามหรือไฟล์

สำเร็จรูป

2. ขั้นสอน มีขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.1 ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้ไฟล์สำเร็จรูปในการสำรวจค่าต่าง ๆ ที่ได้

2.2 ขั้นตั้งข้อาคคา เป็นขั้นที่มีข้อความคำถามให้นักเรียนตอบโดยนักเรียนต้อง

พิจารณาจากกิจกรรมในขั้นสำรวจในขั้นที่ 1 เพื่อนำมาตอบในขั้นข้อาคคา

2.3 ขั้นสืบเสาะหาเหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อาคคาโดยให้นักเรียนปฏิบัติ

ขั้นตอนตามใบงาน

2.4 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปข้อค้นพบจากการทำกิจกรรมใน

3 ขั้นที่ผ่านมา มาสรุปเป็นหลักการ

3. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ จากการทำกิจกรรมโดยใช้ไฟล์

สำเร็จรูป

จากการศึกษาวิธีการสอนและข้อสรุปวิธีการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP ข้างต้น ผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นนักเรียนในกลุ่มทดลอง

6. แผนการจัดการเรียนรู้

ความหมาย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545 : 139) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson Plan) เป็นการแสดงการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนและประสบการณ์การเรียนรู้เป็นรายสัปดาห์หรือรายวัน ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะพัฒนามาจากหน่วย

การเรียนรู้ เป็นเครื่องมือ แนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ใน
 สาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม (รุจิรี ภูสาระ. 2545 : 159)

เอกรินทร์ สีมหาศาล. (2545 : 409) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson
 Plan) เป็นวัตถุประสงค์ที่พัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่กำหนดไว้เพื่อให้การจัดการ
 เรียนการสอนบรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้จึง
 เปรียบเสมือน โครงร่างหรือพิมพ์เขียวที่กล่าวถึงประสบการณ์ การเรียนรู้ตามหัวข้อกิจกรรมการ
 เรียนรู้และกระบวนการวัดผลที่สอดคล้องสัมพันธ์ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้จะแสดงการจัดการเรียน
 การสอนตามบทเรียน (Lesson) และประสบการณ์การเรียนรู้เป็นรายวัน หรือรายสัปดาห์ ดังนั้น
 แผนการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นเครื่องมือหรือแนวทางในการจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ตามที่
 กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางการดำเนินการจัด
 กิจกรรมที่ประกอบด้วย สาระสำคัญ เนื้อหาสาระ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การ
 ประเมินผล สื่อและนวัตกรรมที่ใช้การจัดกิจกรรม ที่ครูผู้สอนเตรียมไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ
 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานช่วงชั้น เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนมีอิสระในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ของ
 ตนเอง ซึ่งมีได้หลากหลายรูปแบบแต่อย่างไรก็ตาม ผู้สอนควรปฏิบัติตามนโยบายของโรงเรียนที่
 กำหนดไว้ว่าให้ใช้รูปแบบใด ถ้าโรงเรียนมิได้กำหนดรูปแบบไว้ จึงเลือกแบบที่ตนเองเห็นว่า สะดวก
 ต่อการนำไปใช้ สรุปขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้ (ถวัลย์ มาศจรัส. 2545 : 164-
 168)

1. การเลือกรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ นำหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้วมา
 พิจารณาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
2. ตั้งชื่อแผนตามหัวข้อสาระการเรียนรู้
3. กำหนดจำนวนเวลา ระบุระดับชั้น
4. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จากมาตรฐานการเรียนรู้รายปี/รายภาค ที่เลือกไว้
 เขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา โดยยึดหลักการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ของลินน์ มอริส
 (Lynn Morris) ที่ว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ต้อง ประกอบด้วย
 - 4.1 บรรยายจุดหมายปลายทาง ไม่ใช่วิธีการ
 - 4.2 สะท้อนถึงระดับต่างๆ ของทักษะที่เกิด

4.3 ใช้คำกริยาที่เป็นรูปธรรมและใช้องค์ประกอบ 3 ส่วนตามแนวทางของ โรเบิร์ต เมจเจอร์ (Robert Mager) คือ

4.3.1 พฤติกรรม (Overall Behavior)

4.3.2 สถานการณ์หรือเงื่อนไข (Important Conditions)

4.3.3 เกณฑ์ (Criterion)

5. เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้แล้ว เฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับหัวข้อสาระ การเรียนรู้ กำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้หรือจุดประสงค์ปลายทางตามธรรมชาติวิชา

6. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เป็นรายละเอียดสำหรับนำไปจัดการเรียนรู้ สาระ การเรียนรู้ จะเป็นเนื้อหาใหม่ของมวลเนื้อหาที่กำหนดไว้ที่จำเป็นต้องสอน

7. กำหนดจุดประสงค์นำทางตามลำดับความยากง่ายของเนื้อหาอื่นๆ

8. เลือกกิจกรรมและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม

9. เลือกสื่ออุปกรณ์ สำหรับใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้ที่เลือกมา เช่น รูปภาพ บัตรคำ วีดิทัศน์

10. จัดทำลำดับขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงขั้นตอนการสอนตาม ธรรมชาติของวิชา ตามจุดประสงค์นำทาง และควรคำนึงถึงการบูรณาการเทคนิค และกระบวนการ การเรียนรู้ รวมทั้งสาระการเรียนรู้อื่นๆ เข้าไว้ในแต่ละขั้นตอนด้วย

11. กำหนดการวัดผลประเมินผล โดยระบุนิธีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งที่เกิด ระหว่างเรียนตามจุดประสงค์ย่อย/นำทาง และที่เกิดหลังการเรียนการสอนเมื่อจบแผนการจัดการ การเรียนรู้ โดยใช้วิธีการวัดหลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสม เช่น ปฏิบัติจริง การทดสอบ ความรู้การทำงานกลุ่ม ฯลฯ

แบบของแผนการจัดการเรียนรู้

แบบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่นิยมประกอบด้วย 3 รูปแบบ ดังนี้ (ถวัลย์ มาศจรัส.

2545 : 168-174)

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย เขียนโดยใช้หัวข้อเรื่องตามที่กำหนดมา กำกับแต่ละลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนจะเขียนเป็นเชิงบรรยายกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ โดยไม่ ระบุนักเรียนทำอะไร มีองค์ประกอบหลัก ดังตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

สาระ.....

หน่วยการเรียนรู้ที่..... เรื่อง..... ชั้น..... เวลา..... ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ.....

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.1

2.2

3. สาระการเรียนรู้

3.1

3.2

4. การจัดการเรียนรู้

4.1

4.2

5. สื่อการเรียนการสอน

5.1

5.2

6. แหล่งการเรียนรู้

6.1

6.2

7. การวัดผลและประเมินผล

7.1

7.2

8. บันทึกหลังสอน

8.1 ผลการสอน

.....

8.2 ปัญหาอุปสรรค

.....

8.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง เขียนโดยใช้หัวข้อเรื่องตามที่กำหนดมากำกับแต่ บรรจุในตาราง ดังตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

จุดประสงค์	เนื้อหา	กิจกรรม	สื่ออุปกรณ์	กระบวนการ	การวัด ประเมินผล
จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. จุดประสงค์ปลายทาง					
2. จุดประสงค์นำทาง					
2.1					
2.2					
2.3					

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

3.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบพิศดาร เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีรายละเอียดมากขึ้น การลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนแยกเป็นกิจกรรมที่ครูปฏิบัติและสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกัน รายละเอียดดังตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....ระยะเวลา.....ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ.....
2. จุดประสงค์การเรียนรู้.....
 - 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง.....
 - 2.2 จุดประสงค์นำทาง.....
3. เนื้อหาสาระ.....

4. สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน.....
5. ลำดับกิจกรรมการเรียนการสอน.....

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน		วิธีวัดผล ระหว่างเรียน
	ครู	ผู้เรียน	
จุดประสงค์นำทาง			

6. การวัดผลหลังเรียน.....
7. กิจกรรมเสนอแนะ.....
8. บันทึกผลหลังการสอน.....
- 8.1 ผลการสอน.....
- 8.2 ปัญหา / อุปสรรค.....
- 8.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข.....

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ของ ไพจิตร สะดวกการ (2539 : 198-204) รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการดำเนินการสร้างอย่างเป็นระบบมีความสัมพันธ์ สอดคล้องและส่งเสริมซึ่งกันและกัน ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ ต่อไปนี้

1. หลักการและเป้าหมาย

กระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา จากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน และทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีทำนั้น ๆ นำประสบการณ์ส่วนตัวที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรงมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นำโครงสร้างทางปัญญาที่สร้างขึ้นใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

กระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดทฤษฎีต่อไปนี้

1.1 แนวคิดและข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีสาระสำคัญ ดังต่อไปนี้

1.1.1 ความรู้ คือ โครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้นจากการเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกันและเป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่ต่อไป

1.1.2 นักเรียนสร้างความรู้ด้วยวิธีที่แตกต่าง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายในเป็นจุดเริ่มต้น

1.1.3 ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ต่อไปนี้ คือ 1) สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา 2) ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจภายในให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรองเพื่อจัดความขัดแย้ง 3) การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์เดิมและโครงสร้างปัญญาที่มีอยู่ และมีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

ในการดำเนินกิจกรรมไตร่ตรองเพื่อจัดความขัดแย้งทางปัญญา ได้มีการตรวจสอบความเชื่อดังต่อไปนี้ เกณฑ์ที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างความเชื่อของตนเองกับของผู้อื่นในเรื่องเดียวกัน เกณฑ์ที่ 2 ความสอดคล้องภายในความเชื่อของตนเองระหว่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกัน เกณฑ์ที่ 3 ความสอดคล้องภายในความเชื่อกับการประจักษ์

2. จุดมุ่งหมาย

2.1 เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้มีทัศนคติ การคิดคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจและเผชิญความคิดของตนเอง

2.3 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแก้ปัญหาอย่างอิสระและมีเหตุผล

2.4 เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักแนวทางในการแก้ปัญหาหลายวิธี

2.5 เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะทางสังคม นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อน

ในกลุ่มได้เป็นอย่างดี

7. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

หาประสิทธิภาพของสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์ใช้สูตรคำนวณ การหาประสิทธิภาพ เชนิณ กิจระการ (2546 : 50-51) กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่ จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียนหรือแบบทดสอบย่อย เชนิณ ประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะยกตัวอย่าง E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 ดังนี้

1. เชนิณ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของ กระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า E_1 และ E_2 ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum Y}{\frac{N}{B}} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. เชนิณ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน ให้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลขตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนี้ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลขตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน ให้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลขตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมด ทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80

สรุปว่าเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 หลักนะ คือ 80/80 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่ายก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90

ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ E_1 และ E_2 เป็นตัวเลข ตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งถือว่า มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน แนวความคิดในการหาประสิทธิภาพสื่อที่ควรคำนึง มีดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอน ที่สร้างขึ้นต้องมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการเรียนการสอนอย่างชัดเจน และสามารถวัดได้
2. เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน
3. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบต้องมีการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหา ตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้วิเคราะห์ไว้ ส่วนความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบควรมีการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้กำหนดค่าน้ำหนักของคะแนนในแต่ละข้อคำถาม
4. จำนวนแบบฝึกหัดต้องสอดคล้องกับจำนวนวัตถุประสงค์ และต้องมีแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบครอบคลุมทุกจุดประสงค์ของการสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 153-154) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อ เมื่อครูทำการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน หรือวิธีสอน หรือนวัตกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองใช้ และหาประสิทธิภาพของสิ่งที่พัฒนา เพื่อที่จะมั่นใจในการที่นำไปใช้ต่อไป การหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมี 2 แนวทาง คือ

1. แนวทางที่ 1 พิจารณาจากผู้เรียนจำนวนมาก (ร้อยละ 80) สามารถบรรลุผลในระดับสูง (ร้อยละ 80)

กรณีนี้เป็นนวัตกรรมสั้น ๆ ใช้เวลาน้อย เนื้อหาที่สอนมีเรื่องเดียว เช่น ชุดการสอน 1 บท ใช้สอน 1 ชั่วโมง เป็นต้น เกณฑ์ 80/80 หมายถึง มีไม่ต่ำกว่า 80% ของผู้เรียนที่ทำได้ไม่ต่ำกว่า 80 % ของคะแนนเต็ม

2. แนวที่ 2 พิจารณาจากผลระหว่างดำเนินการและผลเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (เช่น ร้อยละ 80)

กรณีใช้สอนหลายครั้ง มีเนื้อหาสาระมาก (เช่น 3 บทขึ้นไป) มีการวัดผลระหว่างเรียน (Formative) หลายครั้ง เกณฑ์ 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

80 ตัวหลัง เป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E_2)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ สามารถกำหนดได้หลากหลายขึ้นอยู่กับครูผู้วิจัยจะกำหนด ถ้าต้องการประสิทธิภาพสูง ก็กำหนดค่าไว้สูง เช่น 90/90 แต่การกำหนดเกณฑ์ไว้สูง อาจพบปัญหาว่าไม่สามารถบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ การที่จะทำให้ผู้เรียนส่วนมากทำคะแนนได้จำนวนเต็มมีค่าเฉลี่ยจนเต็ม คือ ร้อยละ 90 ขึ้นไปไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้นจึงพบว่าไม่มีการตั้งเกณฑ์ 90/90 ในงานวิจัยบางเรื่องตั้งเกณฑ์ไว้ไม่ต่ำกว่า 80 ทั้งด้านกระบวนการและผลโดยรวม

การทดลองหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างทั้งกับเด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น ปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบนี้จะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2. ทดลองภาคสนาม คือ ทดลองกับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง นักเรียน 40-100 คน นำผลทดลองที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ยอมรับ แต่ถ้าหากต่างกันมากต้องปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ จนให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่อไป

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ นับว่ามีความสำคัญ เพราะเป็นหลักประกันคุณภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นว่าทำหน้าที่ตามวัตถุประสงค์กำหนดได้แค่ไหน และสามารถนำไปใช้แทนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบในการนำเสนอผลการหาประสิทธิภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้คือ ประสิทธิภาพที่วัดจาก ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัด ต่อร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบ (E_1 / E_2)

8. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

ความหมายของดัชนีประสิทธิผลมีผู้ให้ความหมายไว้หลายทรรศนะ ซึ่งสรุปได้ดังนี้
 เพรชัญ กิจระการ (2546 : 44-45) สรุปได้ว่าดัชนีประสิทธิผล คือ ค่าที่แสดงถึง
 ความก้าวหน้าของผู้เรียนที่ได้จากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หรือการทดสอบ
 ความแตกต่างเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ดัชนีประสิทธิผล
 คำนวณได้จากการหาค่าความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลอง และการทดสอบหลังการ
 ทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนการทดสอบก่อนเรียน) และคะแนนที่สามารถทำได้สูงสุด
 ดัชนีประสิทธิผลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตและประสิทธิภาพสูงสุดของสื่อ

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2545 : 67) ได้สรุปดัชนีประสิทธิผล หมายถึง หลังจาก
 นักเรียนเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละเท่าใด
 โดยวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แล้วนำคะแนนทดสอบก่อนทำการทดลองและหลังทำการ
 ทดลองไปแทนค่าในการหาดัชนีประสิทธิผล

สรุปได้ว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ ค่าที่แสดงถึงความก้าวหน้า
 ของผู้เรียนที่ได้จากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหลังจากเรียนด้วยแผนการจัด
 การเรียนรู้ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละเท่าใด

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 30-33) ได้สรุปการหาประสิทธิผลของสื่อ เมื่อทราบว่าสื่อ
 การเรียนการสอน หรือวิธีสอน หรือ นวัตกรรม ที่ครูวิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (Effectiveness)
 เพียงใดก็นำสื่อที่พัฒนาขึ้นนั้น ไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับที่ได้ออกแบบ
 มาแล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิผล หมายถึง ความสามารถในการให้ผล
 อย่างชัดเจน แม่นอน ซึ่งนิยมวิเคราะห์และแปลผล 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีที่ 1 จากการพิจารณาผลของการพัฒนา

เป็นการเปรียบเทียบระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดท้าย เช่น ระหว่างก่อนเรียนกับหลัง
 เรียน เพื่อเห็นพัฒนาการหรือความงอกงาม ครูผู้วิจัยจะต้องสร้างเครื่องมือวัดในตัวแปรที่สนใจศึกษา
 เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่สร้างเพื่อวัดผลการเรียนรู้ หลังจากเรียน
 เรื่องนั้น หรือหลังการทดลองเรื่องนั้น ซึ่งจะต้องสร้างให้ครอบคลุมจุดประสงค์ เนื้อหาสาระที่เรียน
 หรือคุณลักษณะที่มุ่งวัด สร้างไว้ล่วงหน้าเมื่อก่อนจะเริ่มสอนหรือเริ่มทดลอง ก็จะนำแบบทดสอบ
 หรือเครื่องมือดังกล่าวมาวัดสำหรับผู้เรียน เรียกว่าการทดสอบก่อนเรียนหรือก่อนทดลอง และ
 หลังจากเรียนเรื่องนั้นจบ ก็นำแบบทดสอบเดิมมาทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มเดิม นำผลทั้งสองครั้งมา
 เปรียบเทียบกับโดยเขียนคะแนนหลังเรียนไว้ก่อนเรียน จำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) การพิจารณาราย
 บุคคล 2) การพิจารณารายกลุ่ม

3. วิธีที่ 2 การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) กรณีรายบุคคล ตามแนวคิดของ Hofland จะให้สารสนเทศที่ชัดเจน โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}$$

โดยทั่วไปการหาค่าดัชนีประสิทธิผลมักหาโดยใช้คะแนนของกลุ่ม ซึ่งมีสูตร ดังนี้ (เมธีญกิจระการ. 2546 : 46-48)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นการหาความแตกต่างของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้ศึกษาตามกระบวนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในสื่อเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเกณฑ์ที่ยอมรับได้ว่าสื่อหรือนวัตกรรมมีประสิทธิผล ช่วยให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ได้จริง คือ มีค่าตั้งแต่ .05 ขึ้นไป

9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมาย

กูค (Good. 1973 : 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จ (Accomplish) หรือประสิทธิภาพทางการกระทำในทักษะที่กำหนดให้หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียนโดยอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่งและแสดงออกในรูปความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตได้และวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

รีเบอร์ (Reber. 1985 : 5) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ระดับความสามารถทางวิชาการของบุคคล ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน

เจษฎ์สุดา หนูทอง (2546 : 24) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้รับจากการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับขั้น ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว

อารีย์ วชิรวาการ (2542 : 59-64) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 29-32) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือคือ มวลประสบการณ์ที่ปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ ทักษะหรือความสามารถทางด้านต่าง ๆ ของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ การฝึกฝน ประสบการณ์ต่าง ๆ ของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถวัดได้โดยวิธีการทดสอบด้วยเครื่องมือต่าง ๆ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 171) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance Test)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544 : 64) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมืออย่างหนึ่งออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้ หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในช่วงเวลาหนึ่ง

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 53) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Non Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบ ตามความเก่งอ่อน ได้ดีเป็นหัวในสำคัญของแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบนั้น

พิชิต ฤทธิจรูญ (2548 : 95-96) สรุปความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างดีแล้ว บรรลุความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2549 : 63) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว และได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นการทดสอบความรู้ของนักเรียนที่เรียนมาแล้ว ว่ามีความรู้มากน้อยแค่ไหน บกพร่องในส่วนใด หรือเป็นการวัดเพื่อที่จะดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ จะไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูที่สอน มีการวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบจนมีคุณภาพและมาตรฐานแล้วสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบ แบบทดสอบมาตรฐานมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกันและมีมาตรฐานในด้านการดำเนินการสอบ วิธีให้คะแนน และการแปลผลของคะแนน

อรนุช ศรีสะอาด สมบัติ ท้ายเรือคำ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน (2549 : 38) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้มาแล้ว อาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน ส่วนแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมีดังนี้

1. แบบทดสอบแบบอัตนัย (Subjective or Essay Test)
2. แบบทดสอบแบบถูกผิด (True – False Test)
3. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
4. แบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test)
5. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
6. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Test)

ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 54)

1. วัดด้านความรู้ความจำ (Knowledge)
2. วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)
3. วัดด้านการนำไปใช้ (Application)
4. วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)
5. วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)
6. วัดด้านประเมินค่า (Evaluation)

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ทักษะความสามารถในด้านต่าง ๆ ทางสมอง ที่เกิดจากการเรียนรู้อย่างไรก็ตาม ว่ามีสมรรถภาพการเรียนรู้บรรลุความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้หลายประเภทตามจุดประสงค์ของการศึกษา

ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

สมนึก ภัททิษณี (2549 : 67-71) กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ควรมีลักษณะที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัด ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพและความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงจะไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการทดสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม
3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีความได้เปรียบ เสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้นักเรียนที่ไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรจะเป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง และขยัน
4. ความลึกของคำถาม (Searching) ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจ ไปคิดค้นแปลงแก้ปัญหา

จึงจะตอบข้อสอบได้

5. ความขั้วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางคำถามการตอบต้องชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายได้ถูกต้องและตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต สามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการมีสิ่งแวดล้อมในการสอนที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรืออัตราส่วนของคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ง่ายหรือว่ายากเกินไป หรือความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดแบบอิงเกณฑ์นั้น ความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

จากข้อมูลของแบบทดสอบที่ดีข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำไปสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

10. ความคงทนในการเรียนรู้

ความหมาย

อดัมส์ (Adams, 1967 : 9) กล่าวว่า การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะ

ระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว หลังจากที่ได้ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ก็คือ ความคงทนในการจำ และในการประเมินผลการเรียนรู้มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ถ้าเราประเมินผลทันทีที่ผู้เรียนเรียนจบ ผลการประเมินที่เราได้คือ ผลของการเรียนรู้ แต่ถ้าเราคอยเวลาให้ล่วงเลยไประยะหนึ่ง อาจเป็น 2 นาที 5 นาที หรือหลาย ๆ นาที หรือหลาย ๆ วัน ค่อยประเมินผล การเปลี่ยนแปลงที่ได้จะเป็นผลของการเรียนรู้และความคงทนในการจำ

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528 : 38) ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ว่า หมายถึง ความสามารถในการสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม สามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้ (Recall) หรือการจำได้ (Recognition)

อรทัย ชื่นมณุษย์ (2538 : 17) ได้ให้ความหมายของ ความคงทนในการเรียนรู้ว่า หมายถึง กระบวนการอย่างหนึ่งของจิตใจ ที่ทำการตอบสนองต่อบางสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว มาแสดงออกได้อีก หรือการจำได้ การรู้สึกในสิ่งที่ผ่านมาในอดีตให้กลับกระจำงัดขึ้นในขณะปัจจุบัน

อมฤทัย สุทธิบริบาล (2543 : 41) ได้ให้ความหมายของ ความคงทนในการเรียนรู้ว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับในอดีตทั้งทางตรง และทางอ้อม มาถ่ายทอดหรือแสดงออกในรูปของการระลึกได้

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำหรือระลึกได้ในประสบการณ์เดิมที่เคยรับรู้มาแล้ว หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะเวลาหนึ่ง

ชนิดของการจำ

วารินทร์ สายโอบเชื้อ และสุณีย์ ชिरคกร (2522 : 135-136) ได้จำแนกชนิดการจำ ออกเป็น 4 ชนิดคือ

2.1 การระลึกถึงเหตุการณ์ในอดีตที่เกี่ยวข้องกัน (Reintegration) เมื่อมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ที่คล้ายคลึงกัน ทำให้ระลึกถึงเหตุการณ์ในอดีตได้

2.2 การจำ (Recognition) หมายถึง การจำสิ่งที่เราพบในอดีตได้ถ้าเราได้พบอีก

2.3 การระลึกได้ (Recall) เป็นการสร้างเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความจำและจำ เหตุการณ์ที่สร้างขึ้นได้

2.4 การเรียนรู้ซ้ำ (Relearning) คือ ความพยายามทำซ้ำ ๆ อ่านซ้ำ ๆ เพื่อต้องการให้สิ่งที่ต้องการจำนั้นอยู่ในความทรงจำ

ระบบการจำ

ชัยพร วิชาวุธ (2520 : 287) แยกระบบการจำของคนเราเป็น 3 ระบบ คือ

3.1 ระบบความจำจากการสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกลสัมผัสหลังจาก การเสนอสิ่งเร้าได้สิ้นสุดลง

3.2 ระบบความจำระยะสั้น (Short-Term Memory หรือ STM) หมายถึง ความจำหลังจากการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับจนเกิดการรับรู้ แล้วจะอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้การจำระยะสั้นสำหรับการจำชั่วคราว

3.3 ระบบความจำระยะยาว (Long-Term Memory หรือ LTM) หมายถึง ความจำคงทนถาวรเราไม่รู้สึกลในสิ่งที่จำอยู่ แต่เมื่อต้องการให้หรือมีสิ่งใดมาสะกิดใจก็สามารถรู้ฟื้นได้

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการจำและยาวนาน

สุภัททา บินทะแพทย์ (2534 : 79-80) จำแนกตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการจำและยาวนาน ออกเป็น 5 ข้อ คือ

1. ความเข้มข้นของข้อมูล ข้อมูลที่ทำให้เกิดความกระทบกระเทือนทางอารมณ์ เช่น สิ่งที่ทำให้เกิดความดีใจมากหรือเสียใจมาก ก็จะช่วยให้จำได้และยาวนานกว่าข้อมูลที่มีความเข้มข้นน้อย
2. ความสำคัญของข้อมูล ถ้าข้อมูลนั้น ๆ มีความสำคัญต่อบุคคลมากก็จะยิ่งทำให้บุคคลพยายามที่จะจำให้ได้แม่นยำ และจำได้เป็นเวลานาน
3. ความเข้าใจในความหมายหรือลำดับขั้นตอน ในกรณีที่ข้อมูลมีความซับซ้อน การเข้าใจลำดับขั้นตอนและหยั่งเห็นก็จะทำให้จำสิ่งนั้นได้แม่นยำและยาวนาน
4. ทักษะในการจำ ทักษะในการจำได้ ได้แก่ การได้รับการฝึกฝนการจำอยู่เสมอ มีการทดสอบและฝึกปฏิบัติทางการจำ ก็จะทำให้เกิดเป็นความเคยชิน สามารถมีวิธีปฏิบัติทางการจำอย่างชำนาญและรวดเร็ว

ระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้

นันทาลดี (Nunnally. 1959 : 105-108) กล่าวว่า เพื่อก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบ จะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 118) ได้กล่าวว่าการศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้อีกจะช่วยให้ความจำถาวรมากขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำ ในเวลาประมาณ 14 วัน หลังจากได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

ชวาล แพทย์กุล (2536 : 1) กล่าวว่า ในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน ไปลองสอบกับกลุ่มบุคคลกลุ่มเดียวกัน เวลาในการสอบครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นให้ห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์

กล่าวโดยสรุป ความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน เพราะถ้าหากผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วได้อย่างดี และจำได้ยาวนานแล้ว ก็จะนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกมาใช้ประโยชน์ได้เมื่อต้องการ จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้ระยะเวลา 2 สัปดาห์ ในการวัดความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เพราะความคงทนในการเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญพื้นฐานในการเรียนระดับสูงของของลำดับเนื้อหาที่ต่อเนื่องต่อไป

11. ความพึงพอใจในการเรียนรู้

ความหมาย

ความหมายของความพึงพอใจจากเอกสารที่นักวิชาการได้รวบรวมและให้ความหมาย ดังนี้ มอร์ส (ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2546 : 94 ; อ้างอิงมาจาก Morse. 1965) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถลดความเครียดของผู้ที่ทำงานให้ลดน้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงาน และความเครียดนี้มีผลมาจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อมนุษย์มีความต้องการมากจะเกิดปฏิกิริยาเรียกร้องหาวิธีตอบสนองความเครียดก็จะลดน้อยลงหรือหมดไปความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกพอใจในงานที่ทำเต็มใจที่ปฏิบัติ นั้นให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

แอบเบิลไวท์ (นงลักษณ์ วาณิช. 2545 : 45 ; อ้างอิงมาจาก Applewhite. 1984) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกส่วนตัวของบุคคลในการปฏิบัติงานที่มีความหมายกว้างรวมไปถึงความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้วย การมีความสุขที่ทำงานร่วมกับผู้อื่นที่เข้าใจได้ มีทัศนคติที่ดีต่องานด้วย

กู๊ด (พรรณี ช.เจนจิต. 2545 : 112 ; อ้างอิงมาจาก Good. 1970) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึงสภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

ศุกศิริ โสมาเกตู (2544 : 49) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงาน หรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึงความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนและต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

จากความหมายความพึงพอใจที่มีผู้ให้ความหมายข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจหมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานต่อสภาพแวดล้อมหรือต่อการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และต้องการเข้าร่วมกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

ในการปฏิบัติงานใดๆก็ตาม การที่ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในงานที่มีอยู่ การสร้างสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้ปฏิบัติจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานนั้น ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ดังนี้

สก็อตต์ (ศุภศิริ โสมาเกต. 2544 : 54 ; อ้างอิงมาจาก Scott. 1970 : 124)

ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว งานนั้นมีความหมายสำหรับผู้ทำ

2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะดังนี้

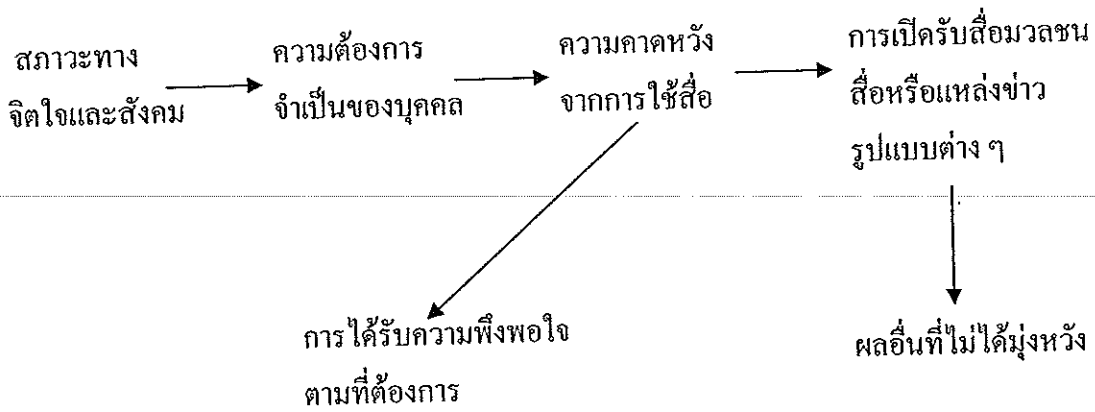
3.1 คนที่ทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย

3.2 ผู้ที่ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง

3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

เมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีส่วนในการเลือกตามความสนใจ และมีโอกาสร่วมกันตั้งจุดประสงค์หรือความมุ่งหมายในการทำกิจกรรมได้เลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่ผู้เรียนถนัดและสามารถค้นหาคำตอบได้

อรพิน จิรวัดเนศิริ (2541 : 19-20) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการใช้ประโยชน์และความพึงพอใจจากสื่อ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับผู้บริโภค (Consumer) หรือผู้รับสาร (receiver) โดยผู้รับสารจะอยู่ในฐานะเป็นผู้กระทำการเลือกใช้สื่อ (Active Selector Communication) ซึ่งนับได้ว่า เป็นมุมมองที่แตกต่างจากทฤษฎีเดิมที่ไม่ให้ความสำคัญกับผู้รับสาร เพราะเดิมผู้รับสารถูกมองว่าเป็นผู้ถูกกระทำ ดังนั้น สมมุติฐานของทฤษฎีการใช้ประโยชน์และความพึงพอใจในการสื่อสาร ผู้ส่งสารจึงไม่อาจคาดหมายความสัมพันธ์ระหว่างข่าวสารกับประสิทธิผลของการสื่อสาร เพราะท่ามกลางความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง มีปัจจัยด้านการใช้สื่อของผู้รับสารเข้ามาเป็นตัวแปรแทรกซ้อนของกระบวนการสื่อสาร และได้ทำการศึกษา อธิบายเรื่องการใช้ประโยชน์ การได้รับความพึงพอใจจากสื่อ ดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 การใช้ประโยชน์และการได้รับความพึงพอใจจากสื่อ

ทั้งนี้ ปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับผู้รับสาร คือ

1. สภาพทางสังคมและลักษณะทางจิตวิทยาของผู้รับสาร (The Social and Psychological Originals)
2. ความต้องการและความคาดหวังในการใช้สื่อของผู้รับสาร (Need, Expectation of the Mass Media)

สองปัจจัยนำไปสู่พฤติกรรม的开รับของผู้รับสารที่แตกต่างกัน อันเป็นผลมาจากความพึงพอใจที่แตกต่างกัน และเนื่องจากทฤษฎีให้ความสนใจกับบทบาทของผู้รับสาร ว่าเป็นผู้เลือกใช้สื่อ ได้มีการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้รับสาร เช่น รายได้ การศึกษา โดยทั้งสองปัจจัยนี้ได้รับการพิจารณาว่า นำมาซึ่งเวลาว่างในการเปิดรับสาร (Free Time of Media Use) ขณะเดียวกันสภาวะทางสังคมและจิตใจที่แตกต่างกัน ก่อให้มนุษย์มีความต้องการแตกต่างกัน ความต้องการที่แตกต่างกันนี้ทำให้แต่ละคนคาดคะเนแนวสื่อแต่ละประเภทเพื่อสนองตอบความพึงพอใจได้แตกต่างกันไปด้วย

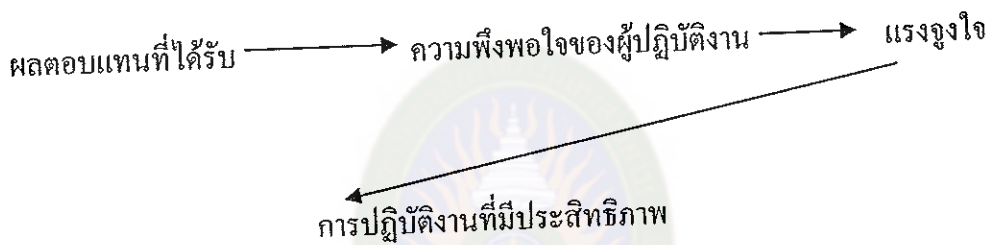
เซอร์ชเบอร์ก (ศุภสิริ โสมาเกตู. 2544 : 54) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Faction) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่นความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับนับถือลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ ความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน
2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Faction) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการทำงาน และมีหน้าที่ให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น เงินเดือน โอกาสที่เจริญก้าวหน้าในอนาคต สถานะของอาชีพ สภาพภาพการทำงาน เป็นต้น

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนที่ได้รับมอบหมายหรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนซึ่งในสภาพปัจจุบันเป็นเพียงผู้อำนวยการความสะดวกหรือให้คำปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมีแนวคิดพื้นฐานที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะคือ

ความพึงพอใจในการเรียนรู้

เอื้ออารีย์ ปานพิมพ์ใหญ่ (2543 : 41) กล่าวว่า การตอบสนองความต้องการผู้เรียนปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนอง ทักษะตามแนวคิดดังกล่าว สามารถแสดงผังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 ความพึงพอใจนำไปสู่ผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ

จากแนวคิดดังกล่าวครูผู้สอนที่ต้องการใช้กิจกรรมการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบรรลุผลสำเร็จ จึงต้องคำนึงถึงการจับบรรยากาศและสถานการณ์ร่วมสื่อ อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียน ให้มีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมจนบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ผลของการเรียนรู้ไปสู่ความพึงพอใจ

เอื้ออารีย์ ปานพิมพ์ใหญ่ (2543 : 41) กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการปฏิบัติงานดี จะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่ การตอบสนองในรูปของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่งย่อยเป็นผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Rewards) และผลตอบแทนภายนอก (Extrinsic Rewards) โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ นั่นคือ ความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนดโดย ความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริง และการรับรู้ เรื่องราวเกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนที่รับรู้แล้ว ความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น 1

จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลตอบแทนภายในและรางวัลภายใน เป็นผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนนั่นเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ และสามารถดำเนินงาน ภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น ส่วนผลตอบแทนภายนอก เป็นรางวัลที่ผู้จัดหาให้มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับการยกย่องชมเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือแม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

สรุปได้ว่าความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกนี้ขึ้นอยู่กับว่า กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัตินั้น ทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกาย และจิตใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญ ที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตอย่างน้อยเพียงใด นั่นคือ สิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ให้มากที่สุดเพื่อสนองต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

12.1 งานวิจัยในประเทศ

สมพงษ์ ยังโสม (2548 : 117-119) ได้พัฒนาแผนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) และวิธีเรียนรู้ตามรูปแบบของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนิคมสร้างตนเองห้วยหลวง 2 และ โรงเรียนบ้านขอนแก่น ภาควิชาที่ 2 ปีการศึกษา 2547 กลุ่มเครือข่ายโรงเรียนภูพาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลอง 28 คน และกลุ่มควบคุม 28 คน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ และรูปแบบของ สสวท. มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 และนักเรียนที่เรียนตามวิธีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) โดยเฉลี่ยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการเรียนรู้ตามรูปแบบของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อังคณา ต่อคิด (2549 : 77-79) ได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสร้างสรรค์ความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคอนสวรรค์ อำเภอกอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิภาคเรียนที่ 1 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสร้างสรรค์ความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และนักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.34

ศิริ แคนสา (2547 : 167 - 189) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาแผนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต โดยใช้รูปแบบตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ พบว่านักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่สนใจในการเรียนและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีความกล้ามั่นและกล้าแสดงออก นักเรียนมีความสามารถในการแสวงหาความรู้ สร้างองค์ความรู้เอง เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นได้

ศรานนท์ วะปะแก้ว (2547 : 97 - 101) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการสอนตามปกติและศึกษาดัชนีประสิทธิผลและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ว 43209 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เท่ากับ 0.68 แสดงว่าหลังเรียนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 68 และนักเรียนที่เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ หลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทั้งด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรม ด้านวัดและประเมินผล ด้านการใช้สื่อและด้านเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีค่าเฉลี่ยความคงทนในการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมบูรณ์ สุคันทรส (2547 : 109 - 113) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตามแนวคิดผู้เรียนสร้างความรู้เอง สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีคะแนนทดสอบย่อยท้ายวงจรคิดเป็นร้อยละ 76.43, 61.07, 67.50, 68.92, 83.92 มีคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 72.74 และมีดัชนีประสิทธิผลของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดผู้เรียนสร้างความรู้เอง นักศึกษาทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน มีการช่วยเหลือซึ่งกัน โดยนักศึกษาที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือนักศึกษาที่เรียนปานกลางและอ่อน นักศึกษาที่เรียนปานกลางและอ่อนมีความภูมิใจในการเรียนรู้ร่วมกับคนเก่ง และงานเกิดความสำเร็จ ผลการประเมินการทำงานกลุ่มทำให้เกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ซึ่งได้แก่ การสร้างองค์ความรู้ และตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น มีทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และมีความรับผิดชอบ

อำนาจ เชื้อป้อคา (2547 : 30) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา 2 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 48 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา หลังได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุสนา ทิพย์หมัด (2548 : 33-34) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ในเครื่องคำนวณเลขเชิงกราฟกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน กลุ่มทดลองใช้การสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ในเครื่องคำนวณเลขเชิงกราฟและกลุ่มใช้การสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตไม่แตกต่างกัน ส่วนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547 : 62-102) ได้วิจัยผลการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม GSP โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนด้วยโปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2547 จำนวน 60 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 5 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียน ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัยนา บุญสมร (2550 : 96-97) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนรุ่งคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2549 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับวิธีการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม ๆ ละ 42 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP และกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันและเจตคติต่อวิชา

คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

กรรณิกา ผาสุก (2549 : 116) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสบ้านท่าเสี้ยว ปีการศึกษา 2549 ระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ กับการเรียนประกอบโปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่าง มี 2 กลุ่ม ๆ ละ 23 คน กลุ่มทดลอง 1 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ กลุ่มทดลอง 2 เรียนด้วยการเรียนประกอบโปรแกรม GSP ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ กับการเรียนที่เรียนด้วยการเรียนประกอบโปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

เรณูวัฒน์ พงษ์อุทธา (2550 : 90-95) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยเม็กวิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2549 ระหว่างการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อ กับการจัดกิจกรรมตามปกติ กลุ่มตัวอย่าง มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 1 ห้องจำนวน 39 คน และกลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 38 คน กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อ และกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พาราโบลา สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

12.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กอบบ์, วูด และแบคเคซ (ไพจิตร สะดวกการ. 2539 : 78-79) ได้ทำการทดลองร่วมกับครูผู้สอนจำนวน 18 คน จากโรงเรียนในระบบเดียวกัน โดยทำการทดลองสอนคณิตศาสตร์แก่นักเรียนเกรด 2 ซึ่งมีอายุ 7 ปี ด้วยวิธีการแบบคอนสตรัคติวิสต์ เป็นเวลา 1 ปี การศึกษาภายใต้ข้อบังคับต่าง ๆ ของโรงเรียน เช่น ต้องใช้จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มโรงเรียน ต้องใช้ค่าเฉลี่ยจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน (Standardized Achievement) เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลการเรียนและยังต้องเผชิญกับความหวั่งกังวลของบิดามารดาของนักเรียนซึ่งร่วมโครงการ แม้ว่าข้อจำกัดเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปสู่การปฏิบัติ แต่โครงการได้รับการสนับสนุนจากบิดามารดาของนักเรียน ในตอนกลางของปีการศึกษา ทักษะคิดที่ผู้บริหารโรงเรียนและกลุ่มโรงเรียนมีต่อโครงการก็พัฒนาขึ้นมาทางบวก นักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคมและการพูดแสดงความคิดเห็นอย่างเห็นได้ชัด ผู้วิจัยส่วนใหญ่มีความประทับใจที่สุดในด้านอารมณ์ของชั้นเรียน นักเรียนมีความมุ่งมั่น มีความกระตือรือร้น และมีโอกาส

ได้สัมผัสความรู้สึกชนิดหนึ่งเมื่อสามารถแก้ปัญหาที่ท้าทายได้ โครงการนี้พยายามลดการใช้อำนาจในชั้นเรียนของครูลง มีการสร้างข้อตกลงและความคาดหวังที่แน่นอนระหว่างครูกับนักเรียนซึ่งก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ไว้วางใจซึ่งกันและกัน ครูให้ความไว้วางใจต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน และนักเรียนก็มีความไว้วางใจว่าครูให้ความสำคัญต่อความพยายามของพวกเขา

เวด (Wade, 1995 : 3411 - A) ได้สร้างโปรแกรมการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยประสบการณ์ของตนเอง โปรแกรมการสอนแบบนี้เน้นการอ่าน และการเขียนในบริบททางสังคมเพื่อให้แต่ละคนช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหา การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหาตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 17 คน ระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยทำการสอนวันละ 3 ชั่วโมง 30 นาที ทุกวัน ผู้วิจัยได้ใช้ t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และใช้การวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษาเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้วิจัยได้ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ถึง 2 ครั้ง และได้ผลเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่เคยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ แต่เมื่อเรียนด้วยวิธีการแก้ปัญหาตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์แล้วมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เคยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น

อัลซัพ (Alsup, 1996 : 3038) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับประสิทธิผลของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาซึ่งเป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มุ่งเน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ การเรียนโดยวิธีการแก้ปัญหานี้ได้ออกแบบสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา และได้พัฒนามาใช้กับนักศึกษาในมหาวิทยาลัย การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน 6 คน ที่แตกต่างกันทั้งเพศและความสามารถ เครื่องมือวิจัยมี 2 อย่าง ใช้ข้อสอบวัดความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องเศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ ใช้มาตราส่วนประมาณค่าทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Rating Scale) สำหรับวัดความวิตกกังวลของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณคือ t - test และใช้วิธีเชิงคุณภาพเพื่อประเมินประสิทธิผลของการสอน โดยการสัมภาษณ์และดูจากการจดบันทึกของนักเรียนที่เรียนในแต่ละวิชา ผลการศึกษาพบว่า การสอนแบบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอน

สตรีคตวิสต์ สามารถพัฒนาการเรียนเรื่อง เศษส่วน ทศนิยมและร้อยละของนักเรียนให้สูงขึ้น และสามารถลดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เลสเตอร์ (Lester. 1996 : 2343-A) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติโดยใช้ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางเรขาคณิตและการสร้างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งชื่อคาบเดาทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

อัลเมกดาดี (Almegdaai. 2000 : Web Site) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อความเข้าใจนิพจน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนในประเทศจอร์แดน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนในโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยยาร์มอก แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มควบคุมสอนปกติกลุ่มละ 1 ห้อง พบว่า ความเข้าใจนิพจน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาฮาร์วานด์ (Baharvard. 2002 : 552) ได้เปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และการสอนแบบปกติ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อเรขาคณิตของนักเรียนเกรด 7 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม GSP มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จูลี (July. 2001 : 2060-A) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตในการสร้างรูป และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจอภิปราย และสร้างรูปด้วยตนเองพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม GSP มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนกลุ่มต่ำ

ฟลานาแกน (Flanagan. 2002 : 2366-A) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP และเครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 ใช้เวลา 7 สัปดาห์ ในการศึกษาตัวอย่างประชากรจำนวน 6 คน เป็นรายบุคคล รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 4 คน และนักเรียนอีก 2 คน ศึกษาจากงานที่มอบหมาย พบว่าโปรแกรม GSP และเครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 มีส่วนช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น

มอยเออร์ (Moyer, 2004 : 3987-A) ได้ศึกษาเพื่อสอบสวนผลของการใช้ชุดซอฟต์แวร์เรขาคณิตพลวัต คือ โปรแกรม GSP ในการสอนวิชาเรขาคณิตเพื่อยกระดับ Van Hiele และเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิธีการศึกษาใช้การออกแบบกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่าเทียมกัน เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องจากห้องเรียนเรขาคณิตที่สมบูรณ์จำนวน 4 ห้อง และครูจำนวน 2 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 โรงเรียนรัฐเพนซิลเวเนีย ครูแต่ละคนสอน 2 ห้อง ครูคนหนึ่งใช้ The Geometer's Sketchpad (GSP) ก่อนหน้านี้ใช้ตำรา Discovering Geometry : An Inductive Approach ของ Michael Serra เก็บรวบรวมข้อมูลจาก pre-test และ post-test ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การใช้ การใช้ GSP ไม่พบว่า มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของระดับคะแนน ความสามารถในการมองเห็นมิติต่าง ๆ และการเพิ่มขึ้นของคะแนนการขาดสอบเนื้อหาเกรดสุดท้ายวิชาเรขาคณิต 1 เป็นตัวพยากรณ์ ระดับคะแนน pre-test ของนักเรียนได้อย่างแม่นยำ

เซเฟอร์ (Shafer, 2005 : 4139-A) ได้ศึกษาเพื่ออ้างเอกสารการปฏิบัติการสอนของครู 2 คน ที่เรียนรู้และรวมกิจกรรม GSP เข้าในหลักสูตรของตน ผู้วิจัยในฐานะผู้ดูแลทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับครูเรขาคณิตมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 คน ตามระเบียบวิธีการวิจัยการศึกษาเฉพาะรายกรณี ความมุ่งหมายที่สองเพื่อการตรวจสอบการใช้ ผู้ดูแลเป็นรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพเพื่อช่วยเหลือครูผู้สอนในการเรียนรู้และการนำโปรแกรม GSP ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การสำรวจ การสังเกต การบันทึกวีดีโอเทป ห้องเรียนกาพิมพ์ในวารสารทางวิชาการของผู้ร่วมวิจัย รวมทั้งการบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย ผลการศึกษาพบว่า ในด้านเป้าหมายของการสอนวิธีการสอน บทบาทของครู บทบาทของนักเรียน และบทบาทและแหล่งวัสดุอุปกรณ์ของหลักสูตรเหล่านี้ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างความเชื่อของครูกับการสอนที่ใช้ GSP สำหรับครูคนหนึ่งใช้การสอนที่เกี่ยวกับการบอกและการใช้ GSP เพื่อเสริมแรง การสอนที่ทำไปแล้วโดยตรงในชั้นเรียน สำหรับครูอีกคนหนึ่งทำการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและใช้ GSP เพื่อสำรวจและค้นพบนักเรียน การใช้ผู้ดูแลเป็นรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพเพื่อเป็นรูปแบบการสอน GSP ในการฝึกงาน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้หรือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP พบว่าการจัดกิจกรรมตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จะช่วยให้ นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความสุขจากการเรียนรู้ เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือเติมเต็มให้กันและกันในการเรียนรู้ เป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น มีความรับผิดชอบ และมีความคงทนในการเรียนรู้ โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างกราฟได้อย่างรวดเร็ว สามารถวัดและตรวจสอบค่าต่าง ๆ จากกราฟได้ กราฟที่สร้างขึ้นมีคุณสมบัติที่ถูกต้องตรงตามคุณสมบัติของกราฟทางเรขาคณิต แม้ว่าจะปรับเปลี่ยนกราฟในลักษณะใดก็ตาม ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ โนทัศน์และการสรุปเกี่ยวกับสมบัติทางเรขาคณิตได้เป็นอย่างดี และผู้เรียนสามารถสำรวจ พิสูจน์ทฤษฎีของกราฟได้สะดวก

รวดเร็ว ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีแรงจูงใจในการเรียน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และโปรแกรม GSP จึงมีประโยชน์และมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY