

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)
 - 2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับการเรียนรู้
 3. การสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)
 4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 6. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย
-
1. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**
 - 1.1 **คุณลักษณะที่พึงประสงค์**

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

 - 1.1.1 มีความรู้และทักษะพื้นฐานตามหลักสูตร
 - 1.1.2 สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข
 - 1.1.3 มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน
 - 1.1.4 สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ
 - 1.1.5 สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
 - 1.1.6 ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
 - 1.1.7 มีทักษะในการคิดคำนวณ และนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา
 - 1.1.8 มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระเบียบชัดเจนและรัดกุม
 - 1.2 **คุณภาพของผู้เรียน**

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี แล้วผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น การที่ผู้เรียนจะ

เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ทักษะ กระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1.2.1 มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ได้

1.2.2 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

1.2.3 มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

1.3 สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนประกอบด้วยเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียน เรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้นโดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้น หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

1.4 มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐานที่ ค 1.1: เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐานที่ ค 1.2: เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้อการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐานที่ ค 1.3: ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐานที่ ค 1.4: เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2: การวัด

มาตรฐานที่ ค 2.1: เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐานที่ ค 2.2: วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐานที่ ค 2.3: แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3: เรขาคณิต

มาตรฐานที่ ค 3.1: อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐานที่ ค 3.2: ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning)

และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐานที่ ค 4.1: อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐานที่ ค 4.2: ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐานที่ ค 5.1: เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐานที่ ค 5.2: ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดเดาได้อย่าง

สมเหตุสมผล

มาตรฐานที่ ค 5.3: ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและ

แก้ปัญหาได้

สาระที่ 6: ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานที่ ค 6.1: มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐานที่ ค 6.2: มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐานที่ ค 6.3: มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ

การนำเสนอ

มาตรฐานที่ ค 6.4: มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

มาตรฐานที่ ค 6.5: มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.5 การวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องเศษส่วน ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองไม้สอ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องเศษส่วน ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	หมายเหตุ
ความหมายของเศษส่วน	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความ หลากหลายของ การแสดงจำนวน และการใช้จำนวน ในชีวิตจริง	1.บอกความหมายของเศษส่วนได้ 2.เขียนเศษส่วนแสดงความหมายของภาพที่ กำหนดให้ได้	1 ชั่วโมง
ความหมาย การอ่าน และ การเขียนเศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ	มาตรฐาน ค 1.1	1.บอกได้ว่าเศษส่วนใดเป็นเศษส่วนแท้ เศษเกินหรือจำนวนคละ	1 ชั่วโมง
การเขียนเศษเกินในรูป จำนวนคละและการเขียน จำนวนคละในรูปเศษเกิน	มาตรฐาน ค 1.1	1.ทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละได้ 2. ทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกินได้	1 ชั่วโมง
เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	มาตรฐาน ค 1.1	1.บอกได้ว่าเศษส่วนใดทำเป็นจำนวนนับได้ 2. ทำเศษส่วนที่กำหนดให้เป็นจำนวนนับได้ 3. ทำจำนวนนับให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้	1 ชั่วโมง
เศษส่วนที่เท่ากัน	มาตรฐาน ค 1.1	1.หาเศษส่วนที่เท่ากับเศษส่วนที่กำหนดให้ได้	1 ชั่วโมง
เศษส่วนอย่างต่ำ	มาตรฐาน ค 1.1	1.บอกได้ว่าเศษส่วนใดเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ 2.ทำเศษส่วนที่กำหนดให้เป็นเศษส่วนอย่าง ต่ำได้	1 ชั่วโมง
การเปรียบเทียบและ เรียงลำดับเศษส่วนที่ตัว ส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของ ตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง	มาตรฐาน ค 1.1	1.เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถเปรียบเทียบ และเรียงลำดับเศษส่วนได้	2 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องเศษส่วน ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	หมายเหตุ
การบวก การลบเศษส่วนที่ ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณ ของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง	มาตรฐาน ค 1.2 ผลที่เกิดขึ้นจากการ ดำเนินการของ จำนวนและความ สัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการ ในการ แก้ปัญหา	1.เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวก การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากันสามารถ แสดงวิธีหาผลบวกหรือผลลบของเศษส่วน นั้นได้ 2.เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวก การลบ เศษส่วนที่ตัวไม่เท่ากัน สามารถแสดงวิธีหา ผลบวกหรือผลลบของเศษส่วนนั้นได้ 3. บอกสมบัติการสลับที่ของการบวกได้ 4.บอกสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มของการบวกได้	3 ชั่วโมง
การคูณเศษส่วนกับจำนวน นับ	มาตรฐาน ค 1.2	1.เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณ เศษส่วนกับจำนวนนับ สามารถแสดงวิธี ทำและหาคำตอบได้ 2.เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน กับจำนวนนับ สามารถแสดงวิธีทำและหา คำตอบได้	1 ชั่วโมง
การคูณจำนวนนับกับ เศษส่วน	มาตรฐาน ค 1.2	1.เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณ จำนวนนับกับเศษส่วนสามารถแสดงวิธีทำ และหาคำตอบได้ 2.เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการคูณจำนวน นับกับเศษส่วน สามารถแสดงวิธีทำและ หาคำตอบได้	1 ชั่วโมง
การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน	มาตรฐาน ค 1.2	1.เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน กับเศษส่วน สามารถแสดงวิธีทำและหา คำตอบได้	1 ชั่วโมง
การหารเศษส่วนด้วย จำนวนนับ	มาตรฐาน ค 1.2	1.เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การหาร เศษส่วนด้วยจำนวนนับ สามารถแสดงวิธีทำและหาคำตอบได้ 2.เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน ด้วยจำนวนนับสามารถแสดงวิธีทำและหา คำตอบได้	1 ชั่วโมง

**ตารางที่ 1 การวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องเศษส่วน ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)**

สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	หมายเหตุ
การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน	มาตรฐาน ค 1.2	1.เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับสามารถแสดงวิธีทำและหาคำตอบได้ 2.เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับสามารถแสดงวิธีทำและหาคำตอบได้	1 ชั่วโมง
การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน	มาตรฐาน ค 1.2	1.เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนสามารถแสดงวิธีทำและหาคำตอบได้ 2.เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน สามารถแสดงวิธีทำและหาคำตอบได้	1 ชั่วโมง

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ Piaget เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส เป็นผู้สร้างทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual development) ขึ้นตั้งแต่เด็กแรกเกิดจนสู่วัยผู้ใหญ่แบ่งออกเป็น 4 ระยะคือ (พรหมิ ชูทัยเจนจิต, 2538)

ระยะที่ 1 ระยะรับรู้ตอบสนอง (Sensory-Motor period) เป็นระยะแรกสุดของการพัฒนาทางเชาว์ปัญญา ตรงกับช่วงอายุ 0-2 ปี เป็นระยะที่เด็กเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ (Sensory) กับการตอบสนอง (Motor) เด็กจะพัฒนาตนเองจากสิ่งรอบข้างและตอบสนองกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปฏิกริยาสะท้อนให้เห็นถึงเชาว์ปัญญาของเด็ก

ระยะที่ 2 ระยะเตรียมตัวปฏิบัติการรูปธรรม (Preoperational) ตรงกับช่วงอายุ 2-7 ปี การคิดของเด็กยังผูกพันกับการเรียนรู้อย่างมาก เด็กยังไม่สามารถคิดเกินเลขจากสิ่งที่ปรากฏให้เห็นจนกว่าจะพัฒนาถึงขั้นปฏิบัติการรูปธรรม

ระยะที่ 3 ระยะปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete operations period) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 7-11 ปี เป็นระยะที่เด็กเรียนรู้และสามารถใช้ภาษาได้เป็นอย่างดีสามารถใช้ภาษาแทนสิ่งต่างๆ ที่กล่าวถึง จึงทำให้กระบวนการคิดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่การคิดระยะนี้ ยังจำกัดเฉพาะสิ่งที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

ระยะที่ 4 ระยะปฏิบัติการนามธรรม (Formal operations period) ตรงกับช่วงอายุ 11-15 ปี เป็นระยะที่เด็กเริ่มคิดในรูปของการตั้งสมมติฐาน สิ่งที่เด็กคิดจะเกินเลขจากสิ่งที่ได้รับรู้ เพราะเด็กสามารถคิดในเชิงตรรกความสามารถในทำนองนี้เป็นความสามารถขั้นสูงที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ ตามทฤษฎีของพือาเจต์ ขั้นสุดท้ายของมนุษย์คือ การคิดในเชิงนามธรรม และความสามารถนี้จะเริ่มพัฒนาในระยะปฏิบัติการนามธรรม

จากพัฒนาการทั้ง 4 ระยะของเด็กจะเห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับพัฒนาการระยะที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องใช้วัสดุของจริงประกอบการเรียนรู้ เพื่อให้เด็กเกิดการค้นพบ นอกจากนี้ Piaget ให้ข้อเสนอว่าเด็กจะเรียนการบวกได้ดีก็ต่อเมื่อเด็กเข้าใจการคงสภาพ (Stability) ของจำนวน การสอนความหมายของการลบในระยะย้อนกลับของการบวก (Addition inverse) จะได้ผลก็ต่อเมื่อเด็กมีพัฒนาการถึงระดับวุฒิภาวะเกี่ยวกับเรื่องการคิดย้อนกลับ

ทิสนา แจมมณี (2545) กล่าวว่า แนวคิดของ Piaget ในการพัฒนาการทางเซาว์ปัญญาดังกล่าวมาแล้ว อาจนำไปใช้ในการศึกษาได้ดังนี้

1. ด้านการประเมินผลศักยภาพทางเซาว์ปัญญาอาจเปรียบเทียบได้จากอายุของเด็ก
2. ด้านการเรียนรู้ เชื่อว่ามนุษย์เราจะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้เพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละคน
3. ด้านการประเมินผลการเรียน การวัดผลเด็กในวัยต่างๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดของแต่ละวัย
4. ด้านการจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตร หลักสูตรของเด็กเล็กจะต้องอยู่ในลักษณะที่เป็นกิจกรรมต่อสิ่งรอบๆ ตัวเด็ก

2.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับการเรียนรู้

Piaget เสนอข้อคิดว่า สิ่งมีชีวิตหน่วยเล็ก ๆ มีกลไกอัตโนมัติภายในที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เพื่อให้เกิดสมดุลได้ สภาวะนี้เป็นสภาพของกิจกรรมทางสมอง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อยๆ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation)

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการรับสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมให้เข้าไปอยู่ในโครงสร้างทางความรู้ที่มีอยู่นั้นคือเป็นกระบวนการที่อินทรีย์ผสมกลมกลืนสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากโลกภายนอกให้เข้ากับความคิดหรือโครงสร้างเดิมที่มีอยู่เช่น นักเรียนสามารถเข้าใจความคิดรวบยอดของการคูณได้ ก็ต่อเมื่อนักเรียนจะต้องมีพื้นฐานความเข้าใจเรื่องการนับเพิ่มเป็นกลุ่มละเท่า ๆ กัน หรือกองละเท่า ๆ กัน

2. กระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) เป็นกระบวนการปรับโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่หรือโครงสร้างทางความรู้ขึ้นใหม่เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม นั่นคือเป็นกระบวนการที่อินทรีย์ไม่อาจผสมกลมกลืนสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากโลกภายนอกให้เข้ากับความคิดหรือโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ได้ จำเป็นต้องปรับแต่งขยายโครงสร้างของประสบการณ์หรือความรู้เดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่ๆ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นหลังจากใช้กระบวนการปรับเข้าโครงสร้างแล้วไม่ประสบผลสำเร็จการเรียนรู้ของเด็กวัยต่างกันหรือแม้แต่อยู่ในวัยไล่เลี่ยกันก็อาจแตกต่างกัน เนื่องจากพัฒนาการทางสติปัญญาและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่างกัน Piaget เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของพัฒนาการทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคน ทุกชาติ ทุกภาษา ในลักษณะเดียวกันแต่แตกต่างกันตามวัยที่วัดไว้เป็นช่วงพัฒนาการแต่ละขั้นตอน สิ่งที่เกิดขึ้นควบคู่กับพัฒนาการคือการรับรู้เข้าใจ หรือความสามารถในการเรียนรู้ที่ทำให้มนุษย์มีสติปัญญาเพิ่มพูนขึ้น Piaget นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิสต์ ได้เสนอแนวคิดที่ว่าพัฒนาการของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) คือ

2.1 ระยะเวลาใช้ประสาทสัมผัส (Sensory – Motor stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ เช่น ตา หู มือ และเท้าตลอดจนเริ่มมีการพัฒนาการใช้อวัยวะต่าง ๆ ได้ เช่น การฝึกหยิบจับสิ่งของต่าง ๆ ฝึกการไต่บันไดและการมอง

2.2 ระยะเวลาควบคุมอวัยวะต่างๆ (Proportional stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่อายุ 2-4 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองที่ใช้ควบคุมพัฒนาลักษณะนิสัยและการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เช่น นิสัยการขับถ่าย นอกจากนี้ยังมีการฝึกการใช้อวัยวะต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมอง เช่น การเล่นเกมพื้นฐานเดิมไม่พอที่จะรับความคิดรวบยอดใหม่ครูจะต้องสอนซ่อมเสริมในเรื่องเดิมก่อน ทั้งนี้เพราะเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นบันไดเวียน ซึ่งลักษณะนี้จะช่วยสร้างความเข้าใจแก่กับใหม่ให้ต่อเนื่องกันได้เป็นอย่างดี

2.3 เกี่ยวกับการประเมินศักยภาพทางสติปัญญานั้น พิจารณาจากลำดับขั้นพัฒนาการของเด็กเช่น เด็กมีอายุอยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม แต่สามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมเหมือนเด็กในขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรมได้ ก็แสดงว่าเด็กคนนั้นมีพัฒนาการทางสติปัญญาก้าวหน้ามากกว่าปกติในทางตรงกันข้ามหากเด็กคนนั้นไม่สามารถคิดย้อนกลับได้เหมือนเด็กคนอื่น ๆ ในชั้นเดียวกัน เราก็อาจสรุปได้ว่าเด็กคนนั้นมีพัฒนาการทางสติปัญญาช้ากว่าปกติ

2.4 ในด้านการประเมินผลการเรียน ต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดเด็กแต่ละวัย เช่น ถ้าอยู่ในขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวก็ควรวัดผลจากการกระทำหรือกิจกรรมทางกลไก ซึ่งตรงกันข้ามกับการวัดผลของเด็กในขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม ซึ่งต้องวัดการใช้เหตุผลที่ลึกซึ้งขึ้นจากที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าในการสอนนักเรียนในระดับประถมศึกษาควรให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติให้พบกับปัญหาและใช้ความคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้สื่อรูปธรรมก่อนแล้วนักเรียนจะเกิดมโนคติทางคณิตศาสตร์นักเรียนสร้างขึ้นเองจากการกระทำจากสื่อรูปธรรม

จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การนำแนวคิดทฤษฎีเซวาร์ปัญญาของ Piaget ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ควรมีลำดับขั้นโดยเริ่มจากกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม กึ่งรูปธรรม และนามธรรมตามลำดับ เพื่อให้เด็กได้เกิดการเรียนรู้และมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ จึงควรใช้วิธีการสอนและสื่อการสอนที่หลากหลาย เพื่อสร้างสถานการณ์หรือเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ และผู้เรียนควรได้รับการฝึกทักษะในเนื้อหาจนเกิดความชำนาญ

2.2.1 แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Driver & Bell (1992 อ้างถึงใน ไพจิตร สดวกการ, 2539) ได้กล่าวถึงจุดเน้นของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้นแต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียน
2. การเรียนรู้ คือ การสร้างความหมาย ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผู้เรียนเห็นหรือไต่บันไดอาจจะเห็นหรือไม่เป็นไปตามความมุ่งหมายของผู้สอน ความหมายของผู้เรียนที่สร้างขึ้นได้รับผลกระทบอย่างมากจากความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่

3. การสร้างความหมายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง และผู้เรียนเป็นผู้กระทำกระบวนการนั้นเอง ในสถานการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐานตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐาน ในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และกับผู้อื่น

4. ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจะได้รับการตรวจสอบและอาจได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธ

5. ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองในการสร้างความตั้งใจในการทำงาน การดึงความรู้ที่มีอยู่มาสร้างความหมายให้แก่ตนเอง และการตรวจสอบความหมายที่สร้างขึ้นนั้น

6. มีแบบแผน (Patterns) ของความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้น จากประสบการณ์โลกเชิงกายภาพและภาษาธรรมชาติที่มีความหมายเดียวกันในเชิงนามธรรม

Vygotsky (1989 อ้างถึงใน สุนทร สุนนท์ชัย, 2540) กล่าวว่า การเรียนรู้มิได้เกิดจากการสอนแต่เป็นกิจกรรมทางสังคม เด็กเป็นผู้สร้างความรู้ความเข้าใจของตนเอง ครูเป็นผู้ทำหน้าที่อำนวยความสะดวก

Bruner (1973 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) กล่าวว่า การจัดเนื้อหาหรือโครงสร้างของความรู้ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จึงผสมผสานระหว่างกระบวนการดังนี้

1. การค้นหาความรู้ (Acquisition)
2. การคิดแปลงความรู้ (Transformation)
3. การประเมินผลความรู้ (Evaluation)

Lunen berg (1998 อ้างถึงใน ปวีณา นิลนวล, 2541) กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นการเปิดโอกาสให้ได้ทำความเข้าใจกับแนวคิดต่างๆและทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย และยังช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้วิธีการแก้ปัญหาต่างๆของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจะเป็นการเสริมประสิทธิภาพของการทำงานให้สูงขึ้นด้วย

Piaget (1980 อ้างถึงใน สมศรี คงวงศ์, 2542) มีความเชื่อว่า ความรู้ไม่ใช่ข้อสนเทศที่คงที่ที่ส่งผ่านไปยังผู้เรียน แต่เป็นกระบวนการของการสร้างและจัดระบบของโครงสร้างใหม่ของความรู้อย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนจะต้องปรับโครงสร้างใหม่ด้วยตนเอง ระหว่างสิ่งที่เชื่อแต่เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เมื่อผู้เรียนมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น เขาจะพัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญา ส่งผลให้สามารถทำความเข้าใจกับความรู้ที่ซับซ้อนมากขึ้นได้

Cobb (1944 อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ, 2545) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นกระบวนการที่ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ในการสร้าง การรวบรวมและการตกแต่งความรู้ ผู้เรียนมีโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่างๆรอบตัวเรา โครงสร้างความรู้ของผู้เรียนอาจแปลกและแตกต่างจากโครงสร้างความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ

Bell (1993 อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ, 2545) กล่าวว่า การเรียนรู้ไม่ใช่การเดิมสมอง ที่ว่างเปล่าของผู้เรียนให้เต็ม หรือ ไม่ใช่การ ได้มาซึ่งความคิดใหม่ๆของผู้เรียน แต่เป็นการพัฒนาหรือเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่แล้วของผู้มาเรียน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนมโนคติ เป็นการสร้างและยอมรับความคิดใหม่ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่

สรุปว่า แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความเชื่อว่า ความรู้ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนแต่ละคนต้องสร้างขึ้นเพื่อตนเองและ โดยตนเอง ดังนั้นความรู้ที่ดีที่สุดจึงเกิดจากผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง เด็กควรมีโอกาส

ได้สร้างโลกของเขาขึ้นมาจริงๆ จากประสบการณ์ต่างๆ และได้ใช้ทรัพยากรที่นอกเหนือจากการอยู่ในห้องเรียน โดยเขาจะต้องตรวจสอบ ตำรวจ ลองใช้แนวคิดและวิธีการต่างๆ ที่เขาคาดว่าน่าจะใช้ได้ทดสอบความรู้ที่ได้รับ และหาข้อสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกระทำกับสื่อรูปธรรม ได้พูด ได้อธิบายมโนคติของตนเอง มีการอภิปรายในกลุ่มย่อยและครูมีบทบาทในการจัดสภาพสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งสังเกต ศึกษาพัฒนาการความคิดหรือความเข้าใจอาจใช้การบันทึก การสัมภาษณ์หรือดูจากผลงาน นักเรียน ด้วยแนวทางดังกล่าวนี้จะได้เครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีพ ซึ่งมีประโยชน์และมีความหมายต่อเขามากกว่าวิธีการที่ครูทำหน้าที่ป้อน “ความจริง” “ความรู้” ให้เขาด้วยการบรรยาย จากสิ่งที่อยู่ในตำรา หากเด็กไม่ได้รับโอกาสนี้เด็กอาจสร้างความรู้ขึ้นมาจากการคิดขึ้นเองซึ่งไม่ใช่สิ่งที่สัมพันธ์กับความจริง

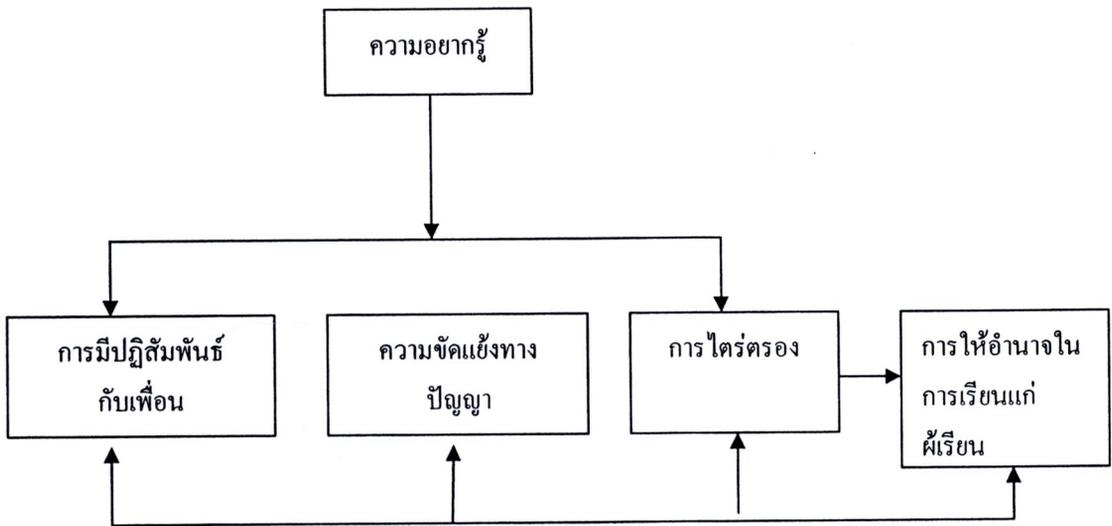
จากความเชื่อตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สภาวะความเป็นจริงจึงถูกกำหนดโดยประสบการณ์ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างสภาวะความเป็นจริงขึ้นเองเป็นส่วนบุคคล ดังนั้นการมองภาพของผู้เรียนจึงแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล การเรียนรู้ไม่ใช่กิจกรรมของครูฝ่ายเดียวแต่ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเอง ด้วยบทบาทผู้เรียนจึงต้องเป็นฝ่ายกระทำ เป็นฝ่ายคิดไม่อยู่เฉยๆ การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมอยู่ตลอด

2.2.2 ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Underhill (1991 อ้างถึงในทิตสนา แคมมณี, 2551) ได้กล่าวข้อตกลงเบื้องต้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า

1. ความขัดแย้งทางปัญญา(Cognitive conflict) และความอยากรู้อยากเห็น(Curiosity) เป็นกลไกหลัก 2 ประการ ที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียน
2. การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเป็นองค์ประกอบหลักในการสร้างความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict)
3. ความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective activity)
4. การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructuring)
5. ข้อ 1, 2, 3 และ 4 เป็นวงจร
6. วงจรเกิดขึ้นเสมอในประสบการณ์ของผู้เรียน
7. วงจรนี้ให้อำนาจแก่ผู้เรียนในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

ข้อตกลงเบื้องต้นแสดงได้ดังภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
(Underhill 1991, อ้างถึงในทิศนา แคมมณี, 2551)

คำศัพท์เฉพาะที่ใช้เป็นกรอบในการอธิบายแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีดังนี้

1. โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หมายถึง กรอบของความหมาย หรือแบบแผนของการดำเนินการที่บุคคลสร้างขึ้นจากความพยายามจัดการกับสิ่งแวดล้อม หรือจัดสถานการณ์ปัญหา แล้วใช้เป็นเครื่องมือในการตีความ การให้เหตุผล หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์เฉพาะต่างๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างนั้น และใช้เป็นพื้นฐานสำหรับโครงสร้างใหม่ต่อไป

2. ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) และแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ความขัดแย้งทางปัญญา หมายถึง สภาวะสมดุล (Disequilibrium) อันเกิดจากการเผชิญความไม่สอดคล้องในความเชื่อบางอย่างที่ยึดถืออยู่ ความไม่สอดคล้องกันของข้อมูล ความไม่สมเหตุสมผล ความลังเล สภาวะที่ตัดสินใจไม่ได้ หรือสภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ไม่สามารถดูดซึมข้อมูลใหม่ หรือแก้สถานการณ์ปัญหาที่มีอยู่

แรงจูงใจภายใน เป็นความพอใจที่ได้รับจากตัวเสริมแรงภายในประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การสืบสวน (Investigation) การจัดการกระทำ (Manipulation) การเผชิญความท้าทาย (Challenge confrontations) เพื่อสนองความสนใจ ความเพลิดเพลิน เหตุผลส่วนตัว หรือความอยากรู้อยากเห็น และหลังจากได้ประจักษ์ความสามารถของตนแล้ว จะเกิดความพยายามไม่ลดละ และนำตนเองผูกพันกับงานใหม่ต่อไป

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยโครงสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ด้วยการให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งต้องการโครงสร้างทางปัญญาที่เกินกว่าโครงสร้างทางปัญญานักเรียนมีอยู่ แต่บางส่วนที่อยู่รวมอยู่ในโครงสร้างทางปัญญานักเรียนมีอยู่ อยู่ในระดับที่เป็นไปได้ที่นักเรียนจะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง หรือโดยการร่วมมือกับเพื่อน รวมทั้งการให้นักเรียนเผชิญความไม่สอดคล้องทางความคิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนอันก่อให้เกิดความลังเล เกิดสภาวะที่ตัดสินใจไม่ได้ จะก่อให้เกิดแรงจูงใจที่เป็นความอยากรู้อยากเห็น อันเป็นแรงจูงใจภายใน ให้นักศึกษาทำการสำรวจตรวจสอบ เพื่อโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่สามารถคลี่คลาย

สถานการณ์ของปัญหา ที่สามารถจัดความขัดแย้งทางปัญญาระหว่างนักเรียนได้ จะเป็นแรงจูงใจภายในให้นักเรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ด้วยการเผชิญปัญหาใหม่ต่อไป

3. การไตร่ตรอง (Reflection) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ดำเนินกระบวนการไตร่ตรอง โดยการอธิบายถึงความเชื่อของตนเกี่ยวกับสถานการณ์เฉพาะอย่างหนึ่ง เพื่อจะกระตุ้นให้นักเรียนประเมิน หรือตรวจสอบความเชื่อของตนเองตามเกณฑ์ต่อไปนี้

เกณฑ์ที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างความเชื่อของตนเองกับความเชื่อของผู้อื่นในเรื่องเดียวกัน

เกณฑ์ที่ 2 ความสอดคล้องภายในความเชื่อของตนเอง ระหว่างสถานการณ์เฉพาะต่าง ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างความสัมพันธ์เดียวกัน

เกณฑ์ที่ 3 ความสอดคล้องระหว่างความเชื่อกับผลจากการสังเกตในเชิงประจักษ์

4. การให้อำนาจแก่ผู้เรียน (Learner empowerment) กระบวนการสร้างความรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่ให้อำนาจแก่ผู้เรียน ในการสร้างความหมายแก่เหตุการณ์ต่างๆ อย่างเป็นอิสระและแสดงถึงวิถีในการ ได้มาซึ่งความหมายนั้น ๆ ตลอดจนรับผิดชอบต่อความหมายที่ตนสร้างขึ้นกระบวนการนี้เป็นกระบวนการพลวัต (Dynamic process) ที่มีการพัฒนาต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด ทำให้มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning)

การสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีของคอนสตรัคติวิสต์ (Confley, 1991 อ้างถึงใน มยุรี เสถอุดม, 2548) กล่าวว่า

1. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสร้างสรรค์มนุษย์ มนุษย์สร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมไตร่ตรอง การสนทนา และการแลกเปลี่ยนข้ามสาขา วัฒนธรรม ยุคสมัยและการประยุกต์ใช้ในการจัดระเบียบประสบการณ์ และการแก้ปัญหา

2. ในการตรวจสอบความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มุ่งตรวจสอบการใช้จินตนาการภาษา คำจำกัดความ ตัวอย่างหรืออุปมาอุปมัย ฯลฯ ของนักเรียนเพื่อสืบค้นว่านักเรียนเข้าถึงมโนทัศน์ด้วยวิธีการใด โดยคาดหวังความหลากหลายและการให้เหตุผลที่แปลก ซึ่งอาจทำให้ตัวครูเองพบวิธีที่ง่าย ๆ ในการเข้าถึงมโนทัศน์ที่ยาก ๆ ได้

3. ปัญหาที่มีบทบาทที่สำคัญในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปัญหาคือ ความรู้สึกขัดแย้ง ความรู้สึกว่ามีอุปสรรคต่อการบรรลุเป้าหมาย จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการกระทำ และการไตร่ตรองเกี่ยวกับเหตุผลของการกระทำนั้น

4. กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการเชิงสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงบุคคล ครูผู้สอนต้องจัดสภาพการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมให้มีการซักถามชี้แจงแสดงเหตุผลระหว่างนักเรียนกับเพื่อนและกับครู นิยามมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง และวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมจะค่อย ๆ เกิดขึ้นในระหว่างนักเรียนกับเพื่อนและกับครู

5. คำตอบของนักเรียนซึ่งคลาดเคลื่อนไปจากคำตอบที่ครูคาดหวัง อาจเป็นสิ่งที่มิมีเหตุผลและถูกต้องในฐานะที่เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง หรืออาจจะนำไปใช้อย่างได้ผล ในขอบข่ายที่จำกัด ครูต้องให้ออกาสนักเรียนชี้แจงและครูต้องระลึกอยู่เสมอว่าคำตอบที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นสิ่งที่มิมีคุณค่าสำหรับครูในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและพิจารณาปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสม

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ควรเปิดโอกาสให้เด็กอยู่ในโลกแห่งประสบการณ์ ได้มีโอกาสผิดพลาดและได้มีโอกาสแก้ตัวและเรียนรู้จากการผิดพลาดนั้น ๆ โดยสรุปก็คือ เด็กไม่ควรถูกสอนให้ท่องจำเนื้อหาต่าง ๆ เท่านั้น แต่ควรกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำและฝึกคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกให้นักเรียนได้จดจำเรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับมาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมโดยตรงในกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น นอกจากนี้ยังได้คาดหวังว่าเมื่อนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนไปแล้วจะเกิดการแก้ปัญหาด้วยวิธีการตัดสินใจที่เหมาะสม เป็นผู้มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผล และรวมทั้งความสามารถที่จะสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดีซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้จะต้องคำนึงถึงพัฒนาการในวัยต่าง ๆ ของเด็กอีกด้วย

2.2.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของไพจิตร สดวกการ (2539) ซึ่งได้พัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของ Underhill (1991) มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้นตอนคือ

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่เตรียมความพร้อมโดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ โดยการให้นักเรียน หรือครูอ่านให้นักเรียนฟัง/ทบทวนความรู้เดิมโดยการใช้ เกม/นิทาน/บทบาทสมมติ/สนทนา ถามตอบ

2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการพัฒนามโนคติ การจัดกิจกรรมตามหลักการ ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construct) ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม (Interaction) ผู้เรียนมีบทบาทได้สร้างความรู้ด้วยตนเองมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นเสนอปัญหา ประกอบด้วย

2.1.1 ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล โดยครูเสนอปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับวัยและความสามารถ นักเรียนค้นหาความรู้ที่จะนำมาแก้ปัญหา ด้วยตนเองจากสื่อที่เป็นรูปธรรมที่ครูเตรียมไว้

2.1.2 ขั้นไตร่ตรองทางปัญญาในกลุ่มย่อย แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน อภิปรายแนวทางในการแก้ปัญหาของแต่ละคน กลุ่มร่วมกันตรวจสอบแนวทางของแต่ละคนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มย่อย แล้วร่วมกันเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.1.3 ขั้นไตร่ตรองระดับชั้น ตัวแทนกลุ่มย่อยจะนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น อภิปรายซักถามแนวทางของกลุ่มที่นำเสนอ ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลที่สมาชิกในห้องยอมรับ อภิปรายข้อดีข้อจำกัดของแต่ละทางเลือก แล้วร่วมกันสรุปแนวทางเลือกทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.2 ขั้นสรุปแต่ละปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหลักการ ความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน โดยครูช่วยสรุปเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความคิดรวบยอดและหลักการที่ถูกต้อง

2.3 ขั้นสรุปผลงานการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา นักเรียนร่วมกันสรุปแนวความคิด หลักการ และกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน ครูช่วยสรุปเพิ่มเติมให้นักเรียนได้ความคิดรวบยอดและ หลักการที่ถูกต้อง

3. ขั้นวัดและประเมินผล เป็นขั้นประเมินความรู้ของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรม จากการ ทำใบงาน แบบฝึกทักษะ และจากการทำแบบทดสอบ

2.2.4 บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Brooks & Brooks (1993 อ้างถึงในมยุรี เสถอุดม, 2548) กล่าวว่า บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ควรยึดหลักในการสอน 12 ประการดังนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ กระบวนการปัญหา เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา
2. ครูจะต้องใช้แหล่งข้อมูลวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริม และกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้
3. เมื่อจะมอบหมายให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดและสติปัญญา เช่น จำแนก วิเคราะห์ ทำนายและสร้างสรรค์
4. ครูจะต้องอนุญาตให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียนวิธี สอนและเนื้อหาวิชา
5. ครูต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียนก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็น ของครูเอง
6. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทั้งกับเพื่อนร่วม ชั้นและกับครู
7. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายปิด และส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยตนเอง
8. ครูต้องพยายามช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง
9. ครูต้องให้ความสนใจประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนนำมาใช้ให้เป็น ประโยชน์ในการตั้งสมมติฐานเพื่อหาวิธีการตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปราย
10. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบ
11. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ของนักเรียน
12. ครูจะต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนบทบาทของครูตามแนวคิด ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่า จะเป็นผู้บอกความรู้ โดยครูมีบทบาทในการจัดสภาพแวดล้อม สังเกตศึกษาพัฒนาการความคิด หรือความเข้าใจ จากการจดบันทึก การสัมภาษณ์หรือดูผลงานจากการกระทำของนักเรียน ซึ่งสามารถสะท้อนผลถึงความสามารถ ของนักเรียนอย่างเต็มศักยภาพ



2.2.5 บรรยากาศของห้องเรียนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Brooks & Brooks (1993 อ้างถึงในมยุรี เสอุดม, 2548) กล่าวถึงบรรยากาศในห้องเรียนตามแนวคิดทฤษฎีของคอนสตรัคติวิสต์ว่า

1. การสอนเริ่มจากภาพรวมไปยังรายละเอียดค่อย ๆ โดยเน้นที่ความคิดรวบยอด
2. ชี้แนะทางที่จะให้นักเรียนแสวงหาคำตอบจากคำถาม
3. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นที่แหล่งข้อมูลและสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียน
4. นักเรียนเปรียบเสมือนหนึ่งนักคิดซึ่งเป็นผู้คิดค้นทฤษฎีว่าด้วยตัวนักเรียนเอง
5. ครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริม และจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับนักเรียน
6. ครูทำหน้าที่ค้นหาความคิดเห็นของนักเรียนเพื่อจะได้เข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียนเพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียน
7. การวัดประเมินผลการเรียนของนักเรียนไม่สามารถแยกออกจากการสอนได้ ครูใช้วิธีการสังเกตการณ์ทำงานของนักเรียน การจัดนิทรรศการของนักเรียนและการเลือกชิ้นงานที่ดีที่สุดของนักเรียนด้วยตัวนักเรียนเอง
8. นักเรียนส่วนใหญ่ทำงานเป็นกลุ่ม

3. การสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

GSP เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับสร้าง ตำรา และวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์หลายด้าน เราสามารถใช้เรขาคณิตพลวัตสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มี ปฏิสัมพันธ์ ได้หลากหลายตั้งแต่การค้นหาคำตอบในระดับพื้นฐานซึ่งเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวน ไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อนและเคลื่อนไหวได้ สำหรับนักเรียน GSP ไม่เพียงช่วยเสริมความรู้ความเข้าใจเสริมความรู้ความเข้าใจในเรขาคณิตในชั้นเท่านั้นแต่ยังช่วยเสริมแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวกับพีชคณิต ทรีโกณมิติ แคลคูลัส และเรื่องอื่นๆ อีกด้วย สำหรับครูผู้สอน Sketchpad จะเอื้อต่อการอธิบายหลักการคณิตศาสตร์ การตอบปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อคาดการณ์ โดยครูผู้สอนอาจให้นักเรียนฝึกทำเองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออาจสาธิตให้นักเรียนดูหน้าชั้นเรียน นักวิจัยและผู้สนใจคณิตศาสตร์ สามารถใช้ Sketchpad ในการทดลองหรือการทดสอบเพื่อดูว่า “จะเกิดอะไรขึ้นถ้า...” หรือใช้ตรวจสอบสมบัติของการสร้าง และช่วยในการค้นหาคำตอบใหม่ๆ ตลอดจนใช้ในการสร้างภาพทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนสำหรับใช้ในการทำรายงาน หรือในใบงาน ที่ได้รับมอบหมาย หรืออาจเพียงแค่ชื่นชมความงดงามที่มีอยู่ในภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2548)

บทความที่เกี่ยวกับการใช้งานของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับการเรียนรู้ในโรงเรียนว่าโปรแกรม GSP หรือ The Geometer's Sketchpad เป็นสื่อไอที ที่ช่วยสอนวิชาต่างๆ และเป็นนามธรรมอย่างยิ่ง คณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น เกิดจินตนาการ และความเข้าใจกับเนื้อหาที่เรียนได้ชัดเจน ทำให้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน ไม่กลายเป็นเรื่องที่น่าเบื่อ น่าเมินหนีสำหรับเด็กๆ ตั้งแต่เริ่มเปิดตำรา เคล็ดลับของโปรแกรมช่วยสอนคือ เป็นซอฟต์แวร์ที่อธิบายเนื้อหาวิชาต่างๆ เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ อย่าง เลขคณิต พีชคณิต ทรีโกณมิติ แคลคูลัส โดยการใช้องค์ประกอบเคลื่อนไหว (Animation) เป็นตัวอธิบายเพื่อสร้างความเข้าใจอย่างกระจ่างชัด เพราะนักเรียนสามารถแลเห็นได้อย่างเป็นรูปธรรม ฝึกปฏิบัติ ได้ด้วยตนเองเพราะ

เรียนรู้ง่ายนอกจากนี้ยังนำไปบูรณาการให้เข้ากับการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ศิลปะ สังคม ได้อย่างกลมกลืนด้วย ส่วนคุณครูก็สามารถใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องช่วยกระตุ้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ทันสมัย แหวกแนวไปจากเดิม เพราะแทนที่จะเรียนโดยพิชัญญทฤษฎี หรือ สอนให้เด็กๆ จำสูตรโดยปราศจากความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ซึ่งไม่ได้เอื้อให้เด็กฯ หาคำตอบด้วยตัวเองเท่าใดนัก แต่ด้วยศักยภาพของโปรแกรม GSP จะเป็นเครื่องมือให้นักเรียนค้นคว้าพิชัญญ เพื่อหาคำตอบด้วยตัวเองจากการลงมือปฏิบัติจริง เช่น การหาความสัมพันธ์ของมุมภายในสามเหลี่ยมมุมฉาก หรือสามเหลี่ยมที่มีมุมต่างกัน อย่างไรก็ตามสามเหลี่ยมทุกรูปย่อมมีมุมภายในรวมกันได้ 180 องศาแทนการใช้กระดาษค้ำกับชอล์ก คุณครู อาจเลือกโปรแกรมนี้นี้เป็นเครื่องสอนเรื่องอวกาศๆ ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น หรือนำไปออกแบบเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนได้ และได้นำเสนอข้อมูลแบบคิงดูคตสายตาและความสนใจของผู้เรียน จากการไปทดลองใช้ ผลปรากฏว่า เสียงสะท้อนของผู้เรียนล้วนออกมา ในทิศทางเดียวกันคือ ทำให้ความเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น เรียนอย่างมีความสุข แม้กระทั่งนักเรียนในระดับประถมศึกษาซึ่งไม่คุ้นเคยกับ โปรแกรมนี้มาก่อน ก็สามารถเรียนรู้และเข้าใจได้ดีในวันเดียว (อุทัย สิงห์ธรรม, 2549)

ยุพิน ศรีททาเงิน (2547 อ้างถึงใน อุทัย สิงห์ธรรม, 2549) อาจารย์จากโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ วิทยาการแกนนำ สสวท. ซึ่งสอนระดับประถมศึกษาได้ให้รายละเอียดว่าแรกๆ เมื่อ สสวท. เริ่มทดสอบที่โรงเรียนยังไม่แน่ใจว่าเด็กประถมจะสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ได้หรือไม่ แต่หลังจากได้อบรมกับ สสวท. และนำโปรแกรมไปช่วยสอนแล้วพบว่าเด็กฯ ชื่นชอบมาก โดยเฉพาะเรื่องการพิชัญญต่างๆซึ่งใช้เวลาเพียงครู่เดียวก็สามารถพิชัญญทฤษฎีได้แล้ว ทำให้นักเรียนภูมิใจที่ได้พิชัญญ ได้ทดลองด้วยฝีมือตนเอง ส่วนเรื่องบูรณาการ พบว่าสามารถนำโปรแกรมนี้ไปสร้างรูปแบบชิ้นงานได้ทุกวิชา ทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือวิชาที่มีการทำโครงการงานเด็กฯก็สามารถนำไปประดิษฐ์ให้โครงการงานมีสีสันน่าดูยิ่งขึ้น

สุรัชย์ บุญเรือง (2547 อ้างถึงในอุทัย สิงห์ธรรม, 2549) อาจารย์โรงเรียนเบ็ญจมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี หนึ่งในวิทยาการแกนนำอีกท่านหนึ่งจากสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา ของ สสวท. กล่าวว่า เมื่อก่อนยังไม่มีสื่อการสอนคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์แบบเท่านี้มาก่อน ในอดีตอาจต้องใช้ภาพตัดกรวย ใช้เชือก ดินสอ วงเวียน สร้างภาพ หรือแม้กระทั่งจำลองรูปทรงทางเรขาคณิตสามมิติขึ้นมา แต่ GSP สามารถจำลองสื่อต่างๆ ได้ทั้งหมด และสาธิตกระบวนการการคิด และการทดลองอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ มีความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการที่ดี

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

4.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบผู้วิจัยและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการและวิเคราะห์วิจารณ์ผลการปฏิบัติจุดมุ่งหมายสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยเพื่อจะปรับปรุงประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น โดยนำงานที่ปฏิบัติอยู่มาวิเคราะห์หาสาระสำคัญของสาเหตุที่เป็นปัญหา อันเป็นสาเหตุที่ทำให้งานที่ปฏิบัติอยู่นั้น ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร (ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537)

กรอบแสดงลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีรายละเอียด 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและการร่วมมือ (participation and collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญ และมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัย ทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎี และการปฏิบัติตลอดจนการวางแผนนโยบายการวิจัย

2. เน้นการปฏิบัติการ (action orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและการศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (critical function) การวิเคราะห์การปฏิบัติอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติ

4. วัฏจักรปฏิบัติการ (The action research spiral) ตามแนวคิดของเคมมิส และแมคแทกกาท (Kemmis & McTaggart) คือการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (acting) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนการปฏิบัติ (reflecting) ตลอดจนการปรับปรุงผล (Re-planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่ารูปแบบของการปฏิบัติงานเป็นที่พึงพอใจและได้ข้อเสนอเชิงทฤษฎีเพื่อเผยแพร่ต่อไปหลักการสำคัญซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีดังต่อไปนี้

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นความพยายามที่จะปรับปรุงการศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลงการศึกษานั้นและเรียนรู้ขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงนั้น

2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการทำงานของกลุ่มและใช้การปรึกษาร่วมมือกันทำงานให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยการฝึกปฏิบัติตามแนวที่กลุ่มกำหนด

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้การสะท้อนการปฏิบัติ โดยประเมินตรวจสอบในทุก ๆ ขั้นตอน เพื่อปรับปรุงการฝึกหรือการปฏิบัติให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีระบบ โดยบุคคลที่เกี่ยวข้องนำความคิดเชิงนามธรรมมาสร้างเป็นข้อสมมุติฐานทดลองฝึกปฏิบัติ และประเมินผลการฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นการทดสอบว่าข้อสมมุติฐานนั้นถูกหรือผิด

5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเริ่มต้นจากจุดเล็กๆ อาจจะเริ่มจากบุคคลคนเดียวที่พยายามดำเนินการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงบางสิ่งบางอย่างทางการศึกษาให้ดีขึ้น โดยขณะที่ปฏิบัติการต้องปรึกษา/รับฟัง ข้อคิดเห็นและอาศัยการร่วมปฏิบัติจากผู้เกี่ยวข้อง

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่ให้แนวทางปฏิบัติเชิงรูปธรรมจากการบันทึกพัฒนาการที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เห็นกระบวนการเข้าสู่ปัญหา การแก้ปัญหาการปรับปรุงและได้ผลสรุปที่สมเหตุสมผลในขณะเดียวกันสามารถนำปรากฏการณ์ที่ศึกษามาประมวลเป็นข้อเสนอเชิงทฤษฎีได้

4.2 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis & McTaggart (1988 อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในแนวการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการเรียนรู้ในโรงเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยสำรวจปัญหาสำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไขระหว่างครูและผู้เกี่ยวข้อง อาจเป็นครูคนอื่น ๆ ที่สอนร่วมกัน นักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้บริหาร โดยการสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายความเพิ่มเติม

ผู้บริหารต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงบางอย่างและให้การสนับสนุนเป็นต้น ในขั้นการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในรูปแบบต่อไปนี้จะช่วยให้มองสภาพปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผนมาดำเนินการ เมื่อลงมือปฏิบัติใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบกันไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ร่วมวิจัยหรือผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากการปฏิบัติจะเป็นการย้อนกลับว่า แผนที่วางไว้อย่างสมเหตุสมผลนั้นปฏิบัติได้จริงมากน้อยเพียงใดและอาจจะมีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิดซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ฉะนั้นแผนงานที่กำหนดไว้ อาจยืดหยุ่นได้ โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งต่อการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้เป็นเรื่องแน่นอนว่าในสภาพการณ์จริงต้องมีความไม่ราบรื่น มีอุปสรรค และข้อขัดข้องบางประการ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การสังเกตควบคู่กันไปด้วย ใช้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวัง ด้วยความใจกว้าง (นั่นคือ เปิดใจรับฟังความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้อง) พร้อมกับการจดบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็นทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง สิ่งที่ต้องทำการสังเกต คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The action process) ผลของการปฏิบัติการ (The effect of action) ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ได้และสภาพการณ์แวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติการ (The circumstances and constrains) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ ทั้งโดยการเห็นด้วยตา การได้ฟังและการใช้เครื่องมือ/แบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ/แบบทดสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลงด้วย ขณะที่การปฏิบัติการวิจัยกำลังดำเนินไปควบคู่กับการใช้การสังเกตผลการปฏิบัตินั้น ควรเลือกใช้เทคนิคต่างๆที่เหมาะสมช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยซึ่งมีหลายวิธีดังนี้

1. การจดบันทึกสะสม (Anecdotal records) ครูหรือผู้วิจัยใช้ในการบันทึก บรรยายสภาพการณ์เชิงรูปธรรมที่เด็กคนหนึ่ง ๆ (หรือกลุ่ม) ได้พบในระยะเวลาอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อให้เป็นภาพรวมของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยนั้น

2. การใช้บันทึกสนาม (Field notes) เป็นการจดบันทึกเหมือนกับการใช้ระเบียบสะสมแต่การใช้บันทึกสนามจะจดตามสภาพการณ์ที่เห็นโดยใช้ข้อคิดเห็นส่วนตัว หรือการแปลความ การบันทึกโดยวิธีนี้ครู/ผู้วิจัยจะเห็นพฤติกรรมเกิดขึ้นตามสภาพจริง

3. การบันทึก/บรรยายถึงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Ecological behavioral description) เป็นการจดบันทึกที่พยายามให้ความเข้าใจในลำดับขั้นของพฤติกรรมในชั้นเรียนที่กำลังเป็นไปอยู่และมีสิ่งใดเกิดขึ้นบ้าง เช่น ขณะที่บรรยายภาคนในชั้นเรียนกำลังเครียด มีนักเรียน 2-3 คนส่งเสียงหัวเราะออกมา

4. การวิเคราะห์เอกสาร (Document analysis) ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่ เช่น คู่มือครู สมุดเตรียมการสอน และสมุดทำแบบฝึกหัด สมุดจดงาน บันทึกผลการเรียน รายงานประจำปีของโรงเรียน เอกสารแสดงกฎ/ระเบียบ เป็นต้น

5. การจดบันทึกอนุทินหรือจดหมายเหตุรายวัน (Diaries) เป็นการบันทึกส่วนบุคคลที่ระบุถึงหัวข้อหรือเรื่องราวที่ตนเองสนใจเกี่ยวกับสภาพการณ์การเรียนรู้ ควรให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกรู้สึกหรือข้อคิดเห็นในแง่มุมมองของตนเอง โดยการเขียนลงอนุทิน

6. การจดบันทึกลงกระดาษแข็งเป็นรายเรื่อง (Item sampling cards) เป็นการบันทึกเหมือนอนุทิน แต่เน้นเฉพาะเรื่องในช่วงเวลาหนึ่ง ครูหรือนักเรียนควรจดบันทึกเป็นรายวัน วันละหนึ่งเรื่องลงในกระดาษแข็งแต่ละใบแยกกัน

7. การใช้ข้อมูลจากแฟ้มรายการ (Portfolio) เช่น รายงานประชุมของโรงเรียน ของหมวดวิชาข่าวของทางราชการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังดำเนินการวิจัยอยู่ บทความหรือการวิเคราะห์ปัญหาทางการศึกษาของหนังสือในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

8. การสัมภาษณ์ (Interview) เทคนิคการสัมภาษณ์มีการยืดหยุ่นกว่าการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ดำเนินการได้ 3 ลักษณะ คือ แบบไม่ได้วางแผน (Unplanned) คือ การสนทนาแบบไม่เป็นทางการระหว่างครูกับครู หรือครูกับนักเรียน แบบวางแผนแต่ไม่มีโครงสร้าง เปิดโอกาสให้คู่สนทนาเลือกหัวข้อที่สนใจจะพูด ผู้สัมภาษณ์จะใช้คำถามอื่นๆ ประกอบเพื่อให้คำตอบที่ชัดเจนเข้าประเด็น และแบบสุดท้ายแบบมีโครงสร้าง (Structured) คือการสัมภาษณ์ที่เป็นไปตามชุดของคำถามที่ได้เตรียมการไว้แล้ว

9. การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ใช้แบบสอบถามศึกษาข้อมูลเชิงความคิดเห็นแบบปลายเปิด หรือใช้แบบปลายปิดมีตัวให้เลือกตอบ จะให้ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดครบถ้วนเพียงพอ ผู้วิจัยต้องกำหนดหัวข้อของเรื่องที่จะถามให้รัดกุมและครอบคลุม

10. การใช้สังคมมิติ (Sociometric methods) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสังคมในกลุ่มนักเรียน โดยใช้คำถาม เช่น เขาชอบที่จะทำงาน/หรือไม่ทำงานกับใคร เขาชอบที่จะสังสรรค์ หรือไม่สังสรรค์กับใครเลย แล้วนำชื่อที่ถูกระบุไว้ไปโยงหาความสัมพันธ์ว่าใครเป็นเป็นที่นิยมของกลุ่ม หรือใครถูกกลุ่มเพิกเฉย

11. การใช้แบบตรวจสอบปฏิสัมพันธ์และแบบสำรวจรายการ (Interaction schedules and checklists) เพื่อความสะดวกและเชื่อถือได้ในการสังเกตพฤติกรรมระหว่างครูและนักเรียน ผู้วิจัยอาจสร้างรายงานแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน แล้วใช้ประกอบการสังเกตโดยการตรวจสอบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามรายการที่มีอยู่ เช่น การใช้คำถามของครู โอกาสในการตอบคำถามของนักเรียน เป็นต้น

12. การใช้เครื่องบันทึกเสียง (Tape recording) การบันทึกเสียงจะให้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างละเอียดลึกซึ้งในการเรียน-การสอนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือในการสนทนาตัวต่อตัว

13. การใช้วีดิทัศน์ (Video recording) บันทึกภาพและเสียงลงวีดิทัศน์ เพื่อให้เห็นกิจกรรมทั้งชั้นหรือเลือกบันทึกรายการประเด็นที่สนใจ จะมีประโยชน์มากในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ภายหลัง

14. การใช้แบบทดสอบ (Test) ใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดจุดเด่น จุดด้อยในเนื้อหาวิชาของผู้เรียน เป็นต้น เป็นการรวบรวมข้อมูลทางด้านความสามารถทางสมองของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) ขั้นสุดท้ายของวงจรทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือการตรวจสอบกระบวนการ ปัญหา หรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการผู้วิจัยร่วมกับผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการถก อภิปรายปัญหา การประเมิน โดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนา ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมและเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนปฏิบัติการต่อไป หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ต้องการตระหนักอยู่เสมอ คือ กลุ่มของบุคคลที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญต่อกระบวนการวิจัยประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติการ การสังเกต และการ

สะท้อนการปฏิบัติ เพื่อนำมาปรับปรุงแผนงาน แล้วดำเนินกิจกรรมที่ปรับปรุงใหม่ วงจรทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าวจะมีลักษณะการดำเนินการเป็นแบบบันไดเวียน กระทำซ้ำตามวงจร จนกว่าจะได้ผลการปฏิบัติตามมุ่งหมายการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการอาจเริ่มจากครู/นักวิจัย/หรือนักการศึกษา แล้วปฏิบัติการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางพัฒนาขึ้น โดยรับฟังข้อคิดเห็น/ข้อติเตียนของผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ คือ ครู นักเรียน ผู้ปกครอง ผู้บริหาร และสังคมภายนอก

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวิจัยในครั้งนี้แบ่งเป็น 3 หัวข้อคือ

- 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad
- 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สุวิมล ชินชูศักดิ์ (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 71.43 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 64.29 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิม มีความมั่นใจในวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง สรุปความคิด หลักการ และมโนคติของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ได้

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความคิดเห็นต่อข้อความเชิงบวกในระดับเห็นด้วย (3.44) และไม่เห็นด้วยต่อข้อความเชิงลบ (3.43)

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีลักษณะอันพึงประสงค์ได้แก่ การสร้างองค์ความรู้ และตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความรับผิดชอบ มีการให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

มยุรี เสอุดม (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 73.44 และจำนวนนักเรียนร้อยละ 75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความคิดเห็นต่อการเรียนรู้ซึ่งมีในด้าน โครงสร้างความรู้ ด้านการแก้ปัญหา การใช้เหตุผล และด้านคุณลักษณะอื่นๆ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

อรุณ มาวัน (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีนักเรียนจำนวนร้อยละ 74.29 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จำเริญ ยศวงษ์ (2549) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ช้้นสอน 3) ช้้นสรุป 4) ช้้นฝึกทักษะ

2. นักเรียนจำนวนร้อยละ 72.50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

จิราวรรณ หันตุลา (2550) ทำการวิจัยเรื่อง ทักษะการคิดและกระบวนการคิดของนักเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทักษะการคิดขั้นพื้นฐานมีนักเรียนร้อยละ 2.97 มีพัฒนาการในทักษะการใช้ความรู้ ทักษะการคิดที่เป็นแกน มีนักเรียนร้อยละ 43.13 มีพัฒนาการในทักษะการเชื่อมโยง มีนักเรียนร้อยละ 31.25 มีพัฒนาการในทักษะการแปลความ และมีนักเรียนร้อยละ 60.31 มีพัฒนาการในทักษะการตีความ ทักษะการคิดขั้นสูง มีนักเรียนร้อยละ 22.81 มีพัฒนาการในทักษะการวิเคราะห์ มีนักเรียนร้อยละ 23.33 มีพัฒนาการในทักษะการทำนาย มีนักเรียนร้อยละ 25.94 มีพัฒนาการในทักษะการประยุกต์ มีนักเรียนร้อยละ 21.25 มีพัฒนาการในทักษะการหาความเชื่อพื้นฐาน มีนักเรียนร้อยละ 18.13 มีพัฒนาการในทักษะการสรุปความ และมีนักเรียนร้อยละ 27.50 มีพัฒนาการในทักษะการตั้งสมมติฐานและกรณีศึกษาทั้ง 6 คน มีความแตกต่างของกระบวนการคิด แต่ทุกคนมีพัฒนาการของกระบวนการคิดดีขึ้น

อัจฉรา คานทุม (2550) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ คือสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้แก่ สามารถสร้างความรู้ด้วยตัวเอง มีความรับผิดชอบ มีทักษะการทำงานกลุ่ม มีระเบียบวินัยในการอยู่ร่วมกันในสังคม มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความภาคภูมิใจในตนเองและมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในกลุ่มผู้เรียน

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad

กัญมณี การสีษา (2550) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนที่แสดงออกจากการปฏิบัติการเรียนรู้

โดยใช้ โปรแกรม GSP เรื่องวงกลม สามารถแบ่งระดับความเข้าใจออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ(Action conceptual understanding) นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับนี้ สามารถใช้โปรแกรม GSP ตามคำสั่ง เช่น เลือกจุดหรือพิคค วาดรูปวงกลม หาระยะห่างระหว่างจุด กระจายรูปสมการมาตรฐานอยู่ในรูปสมการรูปทั่วไป 2) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) นักเรียนที่เข้าใจในระดับนี้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ที่ครูเตรียมในโปรแกรม GSP เช่นเมื่อเลื่อนจุดศูนย์กลางของวงกลมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงของค่า h , k , E , D และ F ในสมการวงกลม การเปลี่ยนขนาดของรัศมีจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงของค่า h , k , E , D และ F ในสมการวงกลม และ 3) ความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับนี้ เช่นสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ h , k หรือ r ในรูปสมการรูปมาตรฐานของวงกลมและค่าของ D , E และ F ในรูปของรูปสมการทั่วไปของวงกลมเป็น $F = h^2 + k^2 - r^2$

ทองขาว แสงสุริจันทร์ (2550) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศลาวโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผลการวิจัยพบว่า ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม นักเรียนได้แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามรูปแบบระดับการคิดของ van Hiele ในระดับที่ 3: การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน รายละเอียดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนในแต่ละระดับเป็นดังนี้

ระดับที่ 1: การรับรู้จากการมองเห็น นักเรียนให้ข้อสังเกตผลที่เกิดจากการจัดกระทำกับรูปเรขาคณิตบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะอยู่ในระดับรูปร่าง ระยะทางและทิศทางเคลื่อนที่

ระดับที่ 2: การวิเคราะห์ ผลที่เกิดจากการจัดกระทำกับรูปภาพหรือพารามิเตอร์ ถูกวิเคราะห์ในลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างรูปต้นแบบและรูปที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนในระดับนี้สามารถวิเคราะห์เวกเตอร์กำหนดการเลื่อนขนาน เส้นส้ทอนหรือมุมหมุน ในฐานะที่เป็นพารามิเตอร์ที่ควบคุมการแปลงทางเรขาคณิต

ระดับที่ 3: การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสมบัติของภาพที่ได้จากการแปลงและพารามิเตอร์ที่ควบคุมการแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนสามารถนำผลลัพธ์จากการเชื่อมโยงนั้นในการหาคำแหน่งของรูปที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตและตำแหน่งของพารามิเตอร์ที่ควบคุมการแปลงทางเรขาคณิต ตามเงื่อนไขที่กำหนดเบื้องต้น

สุนทรีย์ สวางค์นาม (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ได้พัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นความรู้ความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากการจัดกระทำกับวัตถุโดยการกระทำทีละขั้นตอน โดยสามารถที่จะเรียงทีละขั้นตอนง่าย ๆ ก่อนแล้วค่อยเพิ่มทีละน้อย สร้างโอกาสในการคิดและแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดี ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น บทบาทของการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ยังคงเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างโอกาสในการคิดและแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดี

นิตยา อุคมผล (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พบว่า เป็นกิจกรรมที่มีความท้าทาย สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีการคาดเดาหรือทำนาย และตรวจสอบผลการคาดเดาส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. การพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของตนเองตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele จากระดับ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณานารูปลักษณะเป็นระดับที่ 3: การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์จากการที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนๆ มีการซักถามโต้แย้ง หากหลักฐานยืนยัน การตั้งประเด็นคำถาม ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง การวิเคราะห์หาเหตุผลเพื่อพยายามหาคำตอบ โดยครูมีบทบาทในการส่งเสริมให้เกิดความสำเร็จนั้น

วิวัฒนา ปัญจรักษ์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมดังกล่าวได้พัฒนาและสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นความรู้ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมที่สร้างขึ้นที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถจัดกระทำและค้นพบองค์ความรู้จากกิจกรรมได้หลากหลายด้วยตัวของผู้เรียน

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน

ทองลา ศรีแก้ว (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาโดยยึดแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความรอบรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติในเรื่องที่เรียน รวมทั้งพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยเน้นทักษะ/กระบวนการคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 86.95 ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายของการวิจัยที่กำหนดไว้

สาริสา จันท์แรม (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการเรียนบนเครือข่าย ที่พัฒนาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องเศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ผู้เรียนมีความสนใจในความสวยงามของรูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ ความกะทัดรัดเข้าใจง่ายของเนื้อหา สะดวกต่อการใช้ สีสันสวยงาม สม่กับวัยและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเรียน เช่น ภาพเคลื่อนไหวการ์ตูนสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ

3. ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนบนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนในแต่ละด้านดังนี้ ด้านรูปแบบสื่อบนเครือข่าย เห็นว่าการเข้าถึงข้อมูลมีความสะดวก เนื่องจาก คุณลักษณะของสื่อบนเครือข่ายที่นำเสนอในรูปแบบของไฮเปอร์ลิงค์ ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าข้อมูล ได้อย่าง ง่าย ด้านเนื้อหา พบว่ามีการจัดเนื้อหาสารสนเทศไว้อย่างเป็นระบบและครอบคลุมครบถ้วน สามารถศึกษาค้นคว้า ได้สะดวกและตรงตามต้องการ ด้านสิ่งบริบททางการเรียนรู้ ความคิดเห็นด้านนี้เป็นการที่ผู้เรียนได้ซักถามครูหรือ ผู้เชี่ยวชาญ และต้องการให้เข้าไปแนะนำอย่างใกล้ชิด ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วและสามารถปรับปรุง แก้ไขได้ทันทีทำให้รู้ถึงข้อผิดพลาดของตนเองและการเรียนรู้ตามแนวโน้มทำให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อยู่ ตลอดเวลา (Active learning) ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนในลักษณะเช่นนี้และต้องการให้มีการเรียนแบบนี้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองโดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

จำปรีญา อุดตรา (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้าง ความรู้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับความสนใจและประสบการณ์ของผู้เรียน เพื่อให้เกิดความรอบรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติในเรื่องที่เรียน รวมทั้งพัฒนาทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ได้แก่ทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการ นำเสนอการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์

2. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 73.63 และผู้เรียนจำนวนร้อยละ 85.00 ของจำนวน ผู้เรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

พัชรา ชวนประกอบ (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาการเรียนการสอนที่ตามแนวทฤษฎี พหุปัญญา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเห็น ได้ว่าองค์ประกอบพหุปัญญาทั้ง 8 ด้านมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นอกจากนั้นยังทำ ให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้ภาษา การสื่อสาร ทักษะทางตรรกศาสตร์ การใช้เหตุผลและการสรุปความ ทักษะ ทางดนตรี รู้จักท่วงทำนองจังหวะของเพลง เห็นความสัมพันธ์ของภาพ พื้นที่ หรือการแสดงออกด้วยภาพ ทักษะ ทางด้านร่างกายได้เคลื่อนไหว ได้แสดงออก เกิดการเข้าใจในตนเองนำมาซึ่งการพัฒนาความสามารถของ ตนเกิดทักษะการทำงานกลุ่ม เกิดการปฏิสัมพันธ์กัน เกิดความรับผิดชอบ รักและมองเห็นคุณค่าของ ทรัพยากรธรรมชาติ

6.2.3 **ขั้นสรุป** ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป โดยการรวบรวมจากการนำเสนอและการอภิปรายร่วมกันของนักเรียน

6.2.4 **ขั้นฝึกทักษะ** ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพื่อเป็นการทบทวนเรื่องที่นักเรียนเรียนมาว่ามีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงไร

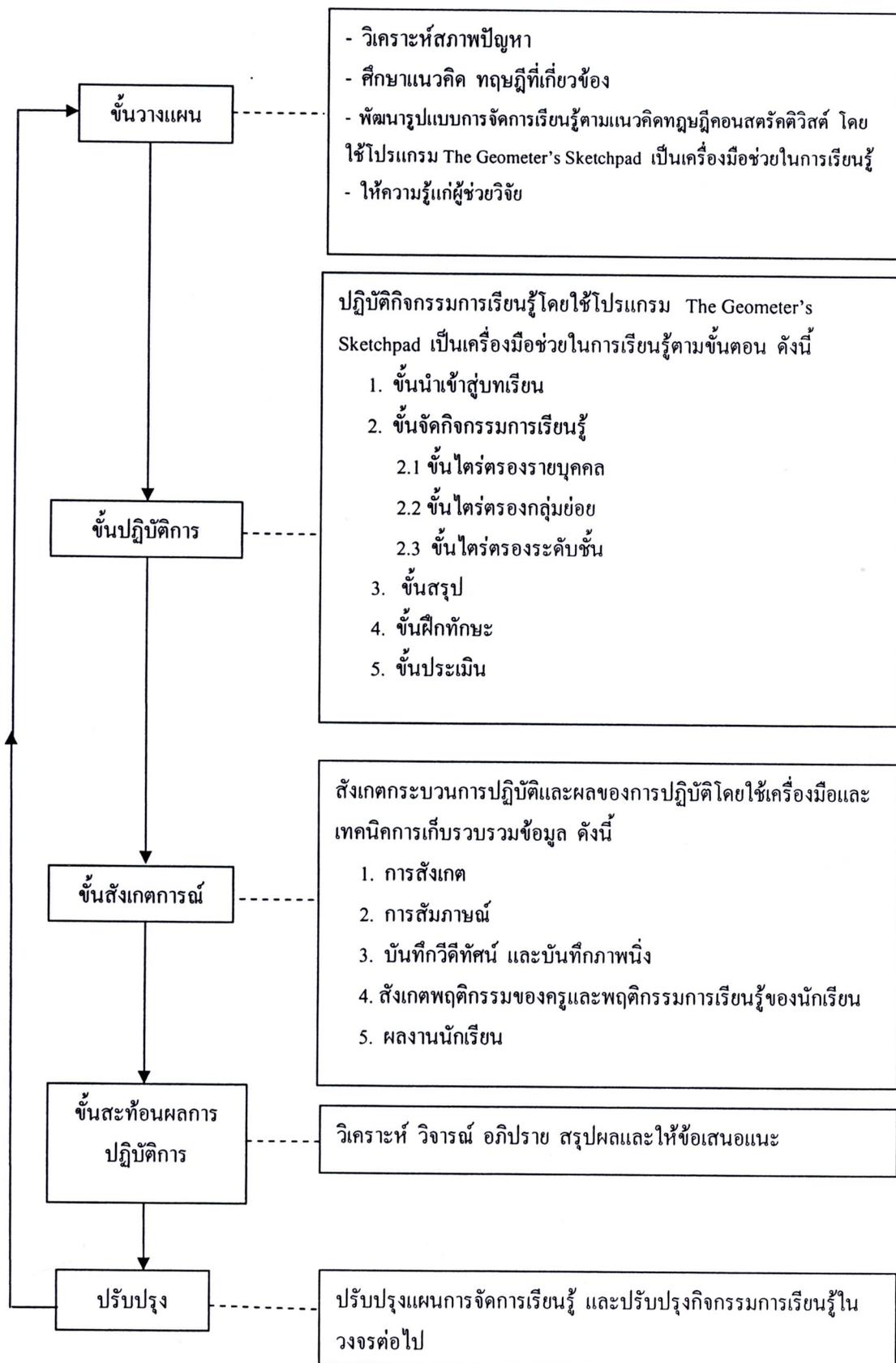
6.2.5 **ขั้นประเมิน** ครูประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การตรวจใบกิจกรรมและการตรวจแบบฝึกทักษะ

6.3 **ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)** สังเกตกระบวนการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติโดยใช้เครื่องมือและเทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งรวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติทั้งนี้โดยการเห็นด้วยตา การฟังและการใช้เครื่องมือแบบทดสอบวัดผลในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ/แบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลงด้วย โดยมีวิธีการดังนี้ การสังเกต การสัมภาษณ์ บันทึกวีดิทัศน์ บันทึกภาพนิ่ง สังเกตพฤติกรรมของครู พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและประเมินผลงานนักเรียน

6.4 **ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect)** เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำงานวิจัยเชิงปฏิบัติการคือการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาหรือสิ่งที่จำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสภาพแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการถกปัญหาอภิปรายปัญหาการประเมินโดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินงานเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุง วางแผนการปฏิบัติและอาศัยเครื่องมือต่างๆ ในการรวบรวมข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติแล้วปรับปรุงแก้ไข เข้าสู่วงจรใหม่จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้จริง เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

6.5 **ปรับปรุง** นำข้อมูลที่ได้การสะท้อนผลการปฏิบัติมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

ซึ่งขั้นตอนที่ผู้วิจัยใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย