

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
 - 1.1 ปรัชญาการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.2 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ และทฤษฎีการเรียนรู้
 - 1.3 จิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์
 - 1.4 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 1.5 หลักการสอนคณิตศาสตร์
2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
 - 2.1 คุณค่าของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 เป้าหมายของวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.4 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 3.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ
 - 3.2 คำอธิบายรายวิชา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ
 - 3.3 หน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
 - 4.1 ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
 - 4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
 - 4.3 จุดเด่นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
 - 4.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
5. ความคิดสร้างสรรค์
 - 5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 5.2 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์
 - 5.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 5.4 ลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์
 - 5.5 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

5.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์

5.7 การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบ 5E

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. ความพึงพอใจ

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

7.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

7.3 การวัดความพึงพอใจ

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียนมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ ความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวัน และใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องจัดให้เหมาะสมกับวัยความสนใจและความสามารถของเด็ก วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบจะต้องเรียนไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อสร้างความคิดและความเข้าใจซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ปรัชญาการสอนคณิตศาสตร์

เป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ได้คิดค้นพบว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการชี้แนะให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเองโดยธรรมชาติแล้วเนื้อหาวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเริ่มจากแนวคิดที่เป็นรูปนามธรรมไปสู่รูปธรรมการสอนคณิตศาสตร์ควรมุ่งการประยุกต์หรือการนำไปใช้ (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529: 56)

ปรัชญาการสอนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้และความจริงที่ยึดถือเพื่อเป็นแนวทางในการสอนคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล, 2530: 48 อ้างถึงใน สारรวม พุมวิเศษ, 2542: 77) ในการสอนคณิตศาสตร์ยึดหลักให้ผู้เรียนค้นคว้าด้วยตนเอง ได้ค้นคว้าเองและได้ลงมือเองและส่งเสริมให้นักเรียนได้กระทำ ผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำสรุปเป็นแนวคิดสำคัญดังนี้

1.1.1 สอนให้นักเรียนคิดเองและค้นพบด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะไม่ใช่ผู้บอก

1.1.2 สอนโดยยึดโครงสร้าง มีระบบระเบียบ และใช้วิธีสอนหลายอย่างมีการยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับเนื้อหา

1.1.3 สอนโดยไม่มุ่งเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ควรสอดแทรกจริยธรรม คุณธรรม ฝึกการระเบียบไปในตัว และยึดความเป็นเหตุเป็นผล

1.1.4 หลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันเป็นสิ่งที่นักคณิตศาสตร์ได้คิดค้นขึ้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรหาแนวทางหรือชี้แนะให้นักเรียนค้นพบหลักการต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง

1.1.5 โดยธรรมชาติแล้วคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม การเรียนการสอนควรเริ่มจากความคิดรวบยอดที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม

1.1.6 การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมุ่งประยุกต์หรือการนำไปใช้จากปรัชญาการสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรสอนนักเรียนให้คิดเองและค้นพบด้วยตนเอง ตามแนวทางชี้แนะโดยยึดโครงสร้างจากนามธรรมจัดการเรียนการสอนความคิดรวบยอดที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการชี้แนะให้กับผู้เรียนได้ค้นพบหลักการต่าง ๆ ด้วยตนเองอีกครั้งหนึ่งโดยธรรมชาติแล้วคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม การเรียนการสอนควรเริ่มจากแนวคิด (Concept) ที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมมุ่งการประยุกต์หรือการนำไปใช้

1.2 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์และทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำแนกได้ 2 ประเภท คือ ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์และทฤษฎีการเรียนรู้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2538: 16-17)

1.2.1 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

1) ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) เป็นทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นในเรื่องการฝึกฝนให้ทำสิ่งนั้นซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง จนเด็กเกิดความเคยชินกับวิธีการนั้น ๆ การสอนจึงเริ่มโดยครูจะเป็นผู้ให้ตัวอย่าง หรือบอกสูตรหรือกฎเกณฑ์ แล้วให้เด็กฝึกฝนทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จนกระทั่งเด็กชำนาญ แต่อย่างไรก็ตามทฤษฎีนี้มีข้อบกพร่องหลายประการ คือ

- 1.1) เด็กต้องท่องจำ กฎเกณฑ์ สูตร ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับเด็ก
- 1.2) เด็กไม่อาจจะจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วได้หมด
- 1.3) เด็กขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน เป็นเหตุให้เกิดความลำบาก สับสนในการคิดคำนวณ แก้ปัญหา และลืมสิ่งที่เรียนได้ง่าย

2) ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incidental learning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าเด็กจะต้องเรียนได้ดีเมื่อเด็กเกิดความต้องการหรือความอยากรู้อย่างไรเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดขึ้นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชน ซึ่งเด็กจะได้ประสบกับตนเอง แต่ทฤษฎีนี้มีข้อบกพร่อง คือ ในการปฏิบัติจริงแล้วเหตุการณ์จะไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก จึงใช้ได้เป็นครั้งคราว เมื่อมีเหตุการณ์ที่เหมาะสม และเป็นที่น่าสนใจของเด็กเท่านั้น แต่ถ้าไม่มีเหตุการณ์ ดังกล่าวเกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชนมาจุดฉนวนความอยากรู้อย่างไร ก็จะทำให้ทฤษฎีนี้ไม่ได้ผล

3) ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของเด็ก เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีความเชื่อว่าเด็กจะเรียนและเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อสิ่งนั้นมีความหมายต่อเด็กเอง และเป็นสิ่งที่เด็กได้พบเห็นและปฏิบัติในชีวิตประจำวันของเด็กจำเป็น

1.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้

การสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยหลักจิตวิทยาเข้าช่วยในการสอนอย่างมาก ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นนามธรรมยากแก่การเข้าใจสำหรับเด็ก ครูจึงควรศึกษาหลักจิตวิทยาในการเรียนการสอนให้เข้าใจแล้วนำมาใช้ในการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ซึ่งนักจิตวิทยาได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Piaget's theory of Intellectual Development) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา, 2544 : 61-65)

Piaget เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ที่มีบทบาทในวิชาชีฟต่าง ๆ มาก ในช่วงปี ค.ศ.1930-1980 Piaget เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น โดยแต่ละขั้นแตกต่างกันในกลุ่มคน และอายุที่กลุ่มคนเข้าสู่แต่ละขั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมลำดับขั้นทั้ง 4 ของ Piaget มีสรุปได้ดังนี้

1.1) ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ ตามลำดับขั้น คือขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี

1.2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอดเป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี และขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

1.3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจและสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม เป็นขั้นการพัฒนาในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ทั้ง 4 ขั้น มีประโยชน์ต่อการศึกษามาก เนื่องจากกล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยาและพฤติกรรมของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ และสิ่งที่มีความหมายมากที่นักการศึกษาได้รับจากงานของ Piaget คือ แนวคิดที่ว่าเด็กที่มีอายุน้อย ๆ จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม (อัมพร ม้าคะนอง, 2546: 1) หากแนวคิดนี้ถูกนำไปใช้ในห้องเรียน ผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำผู้เรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง

ตามทฤษฎีของ Piaget เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับขั้นที่สูงกว่า เด็กจะต้องการการเรียนรู้จากกิจกรรมลดลง เนื่องจากพัฒนาการของสติปัญญาที่ซับซ้อนและทันสมัยขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่าเด็กจะไม่ต้องการทำกิจกรรมเลย การเรียนรู้โดยการทำกิจกรรมยังคงอยู่ในทุกลำดับขั้นของการพัฒนา นอกจากนี้ Piaget ยังเน้นว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้ผู้เรียนได้คิด พูดอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดของตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น Piaget เรียกกระบวนการนี้ว่าการกระจายความคิด ซึ่งเป็นความสามารถของเด็กที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นไปตามลำดับขั้น เพื่อพิจารณาสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองของผู้อื่น ซึ่งประเด็นนี้

การศึกษาจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถของการเรียนรู้ของผู้เรียนทางภาษา และกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่ คือกระบวนการทางสติปัญญามี 3 ลักษณะ คือ 1) การซึมซับหรือการดูดซึมเป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์เรื่องราวและข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป 2) การปรับและจัดระบบเป็นกระบวนการทางสมอง ในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น 3) การเกิดความสมดุลเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืน ก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้นซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นในตัวบุคคล

2) ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Dienes (Dienes's Theory of Mathematics Learning) แนวคิดของ Dienes Dienes นักคณิตศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในประเทศออสเตรเลีย อังกฤษ แคนาดา และสหรัฐอเมริกา Dienes มีความสนใจในทฤษฎี Piaget พัฒนาการ และได้เสนอแนวคิดว่าการสอนคณิตศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นให้มากที่สุด ยังมีกิจกรรมเพิ่มขึ้นเท่าใดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ก็เพิ่มมากขึ้นเท่านั้น และ Dienes เห็นว่าสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการสอนคณิตศาสตร์มีหลายองค์ประกอบ (สมทรง สุวพานิช, 2546) ลำดับขั้นการสอน เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสอน การแสดงความคิด ต้องใช้หลายวิธีและหลาย ๆ รูปแบบเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด การทำให้เกิดความคิดได้ จะต้องให้อยู่ในรูปต่อไปนี้ตามลำดับ

2.1) ความพร้อมทางวุฒิภาวะ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ ความถนัด เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ และสมาธิ

2.2) การได้มีโอกาสฝึกฝนบ่อย ๆ

2.3) การเสริมแรงที่เหมาะสมและเพียงพอ ไม่ว่าจะป็นทางวาจาหรือท่าทาง

2.4) การรู้จักใช้วิธีการและสื่อการเรียนที่เหมาะสมและคุ้มค่าแนวคิดของ

Deans ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เช่น การให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Deans ประกอบด้วยกฎหรือหลัก 4 ข้อ (อัมพร ม้าคะนอง, 2546: 2) ดังนี้

(1) กฎของภาวะสมดุล (The Dynamic Principle) กฎนี้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจที่แท้จริงในมโนทัศน์ใหม่นั้นเป็นพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนประสมกับมโนทัศน์ในรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างใด ๆ เช่น การที่เด็กเรียนรู้จากของเล่นชิ้นใหม่โดยการเล่นของเล่นนั้น

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้พบกับกิจกรรมที่มีโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับโครงสร้างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนจะได้เรียน

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะเห็นได้ถึงการนำมโนทัศน์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน ขั้นตอนที่สามเป็นกระบวนการที่ Deans

เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้จะต้องประสบในการเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

(2) กฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) กฎนี้เสนอแนะว่า การเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดี เมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลาย ๆ รูปแบบ ผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือการจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้นจะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

(3) กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle) กฎข้อนี้กล่าวว่า การอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกั่มโนทัศน์นั้นเปลี่ยนไปอย่างเป็นระบบในขณะที่คงไว้ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกั่มโนทัศน์นั้น ๆ เช่น การสอนมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตัวแปรที่ควรเปลี่ยนไป คือ ขนาดของมุม ความยาวของด้าน แต่สิ่งที่ควรคงไว้ คือ ลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ต้องมีด้านสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกัน

(4) กฎการสร้าง (The Constructivist Principle) กฎข้อนี้ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ว่า ผู้เรียนควรได้พัฒนามโนทัศน์จากประสบการณ์ในการสร้างความรู้เพื่อก่อให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและมั่นคงและจากพื้นฐานเหล่านี้ จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป กฎข้อนี้เสนอแนะให้ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้น และสามารถวิเคราะห์สิ่งที่สร้างนั้นต่อไปได้

3) ทฤษฎีการเรียนการสอนของ Bruner (Bruner's Theory of Instruction) ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงการเรียนการสอนที่ดีกว่าต้องประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ โครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาสาระความพร้อม (Readiness) ที่จะเรียนรู้ การหยั่งรู้ (Intuition) โดยการคะเนจากประสบการณ์อย่างมีหลักเกณฑ์และแรงจูงใจ (Motivation) ที่จะเรียนเนื้อหาใด ๆ Bruner ให้ความสำคัญกับสมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการเรียนการสอน Bruner เชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง แนวคิดที่สำคัญ ๆ ของ Bruner (ทีศนา แซมมณี, 2545: 66) มีดังนี้

3.1) การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

3.2) การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

3.3) การคิดแบบหยั่งรู้ เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้

3.4) แรงจูงใจภายใน เป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้

3.5) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3.6) การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ Bruner ยังให้แนวความคิดว่า มนุษย์สามารถเรียน หรือคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ 3 ระดับ (อัมพร ม้าคะนอง, 2546: 3) ดังนี้

(1) ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ เช่น ผู้เรียนรวมของ 4 ชิ้น กับของ 5 ชิ้น เพื่อเป็นของ 9 ชิ้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม

(2) ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น เช่น การใช้รูปภาพ ไดอะแกรม फिल्म ที่เป็นสื่อทางสายตา ตัวอย่างการเรียนรู้ระดับนี้ เช่น ผู้เรียนดูภาพรถ 4 คัน ในภาพแรก ดูภาพรถ 5 คันในภาพที่สอง และดูภาพรวม 9 คัน ในภาพที่สามซึ่งเป็นภาพรวมของรถ ในภาพที่หนึ่งและภาพที่สอง รถ 9 คันนี้เกิดจากการที่ผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนเรียนรู้ มิใช่เกิดจากตัวของ ผู้เรียนเอง

(3) ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ ซึ่งเป็นระดับที่ ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้ เช่น การ เขียน $5 + 4 = 9$ เป็นสัญลักษณ์แทนภาพในระดับที่สอง

แนวคิดของ Bruner ปรากฏอยู่ในผลงานของ Ich ซึ่งเป็นที่รู้จัก กันดีในนามของโมเดลของ Ich Ich ใช้แนวคิดข้างต้นของ Bruner ในการสร้างโมเดลที่แสดงว่าผู้เรียน สามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น จากความรู้ที่เกิดจากการใช้ สื่อรูปธรรมสามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ ภาษาเขียน ภาษาพูด และสถานการณ์จริงได้ โมเดลนี้ ทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่น ๆ ที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่น การให้ผู้เรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น การได้พูดและเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน ตามโมเดลที่ Ich ได้เสนอนั้น ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้จากการดูว่า ผู้เรียนสามารถเปลี่ยน ความเข้าใจจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้หรือไม่ เช่น ถ้าผู้เรียนสามารถเขียน สิ่งที่ตนอธิบาย ให้เพื่อนฟังเป็นภาษาเขียนได้ แสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่พูด (อัมพร ม้าคะนอง, 2546: 4)

4) ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne (Gagne's Theory of Learning) ทฤษฎีเรียน การรู้ของ Gagne มีสาระสำคัญเกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจาก Gagne ใช้คณิตศาสตร์ เป็นสื่อสำหรับการใช้ทฤษฎีของเขาวธิบายการเรียนรู้ Gagne จำแนกสาระในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็น 4 ประเภท คือ

4.1) ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Facts) เป็นข้อเท็จจริง ที่พบในทางคณิตศาสตร์ เช่น เครื่องหมาย (-) เป็นสัญลักษณ์สำหรับการดำเนินการหักของหรือการ ลดลง

4.2) ทักษะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skill) เป็นการกระทำตาม ขั้นตอนการทำงานที่ผู้เรียนทำด้วยความถูกต้องและรวดเร็ว ทักษะเฉพาะใด ๆ อาจถูกนิยามได้จากกฎ หรือลำดับ ขั้นตอนการทำงานที่เรียกว่า ขั้นตอนหรือวิธีการ (Algorithms)

4.3) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Skills) เป็นความคิดนามธรรมที่ ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุ หรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่าง ของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของการของการเท่ากัน มโนทัศน์ ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม เป็นต้น

4.4) กฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concepts) เป็นขั้นตอน ในมโนทัศน์หรือความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ เช่น รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีด้านสองด้านเท่ากัน และมุมระหว่างด้านคู่ที่ยาวเท่ากันนั้น Gagne ได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ประเภท

- (1) การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning)
- (2) การเรียนรู้สิ่งเร้า (Stimulus – Response Learning)
- (3) การเรียนแบบบลูกโซ่ (Chaining)
- (4) การเรียนรู้โดยใช้การสัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association)
- (5) การเรียนแบบจำแนกความแตกต่าง (Discrimination Learning)
- (6) การเรียนมโนทัศน์ (Concept Learning)
- (7) การเรียนกฎ (Rule Learning)
- (8) การเรียนการแก้ปัญหา (Problem Learning)

Gagne เชื่อว่าการเรียนทั้ง 8 ประการข้างต้น เกิดขึ้นในผู้เรียนเป็นลำดับ 4 ขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นรับหรือจับใจความ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งเร้าที่ตนเองประสบทำให้รับรู้ลักษณะของสิ่งเร้าเหล่านั้น ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนอาจรับรู้ในสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน การเรียนรู้ในขั้นนี้จึงสามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดเมื่อผู้สอนสอนสิ่งเดียวกันนักเรียนจึงตีความสิ่งเหล่านั้นแตกต่างกัน

(2) ขั้นการได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับและครอบครองความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ และกฎหรือหลักการที่ตนเรียน ภายหลังจากการได้สัมผัสกับสิ่งเร้าในขั้นที่หนึ่ง

(3) ขั้นการจัดเก็บความรู้ (Storage Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจำหรือจัดเก็บสิ่งที่เรียนรู้มาเป็นความจำซึ่งมี 2 ชนิด คือ ความจำระยะสั้น (Short – Term Memory) และความจำระยะยาว (Long – Term Memory)

(4) ขั้นการระลึกถึงหรือดึงความรู้มาใช้ (Retrieval Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนระลึกถึงหรือดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำออกมา ซึ่งขั้นตอนนี้มีความซับซ้อนทางสมองมากกว่าขั้นตอนอื่น ๆ

4.5) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism Theory)

ทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญในตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องความกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่ตัวเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เน้นว่าความรู้เป็นสิ่งที่ปลูกสร้างขึ้น โดยผู้เรียน ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการแตกต่างกัน ดังนั้น แนวการสอนตามทฤษฎีนี้จึงเน้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้และไตร่ตรองสิ่งที่ได้

จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทายและช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้เอง

กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีนี้มีกรอบแนวคิดที่สำคัญ ดังนี้

(1) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
 (2) ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานของการสร้างความรู้ใหม่
 (3) ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ครูและเพื่อน มีส่วนช่วยในการสร้างความรู้

(4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ ตั้งคำถามท้าทายความสามารถกระตุ้นสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือการสร้างความรู้

(5) ผู้เรียนเป็นผู้กระตือรือร้นในการเรียน
 สมมุติฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีนี้มีสมมุติฐานเกี่ยวกับการสร้างความรู้ของผู้เรียน ดังนี้

(1) มนุษย์สร้างความรู้ผ่านกิจกรรมการไตร่ตรอง การสื่อสาร และการอภิปรายซึ่งทำให้พวกเขาสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหา Underhill (1991) ใช้โมเดล การเพิ่มพลังการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) และความขัดแย้ง (Conflict)

ขั้นที่ 2 การปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน (Peer Interaction) ก่อให้เกิดความขัดแย้ง (Conflict)

ขั้นที่ 3 ความขัดแย้งทางปัญญานำมาซึ่งการไตร่ตรอง (Reflection)

ขั้นที่ 4 การไตร่ตรองกระตุ้นให้เกิดการจัดโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

ขั้นที่ 5 ขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 4 เกิดเป็นวงจร โดยประสบการณ์ของผู้เรียน มีผลต่อการเกิดของวงจร และวงจรนี้เองที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและสร้างพลัง (Empowerment) การเรียนรู้ให้กับตนเอง

(2) การสร้างความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนต่างกัน และต่างจากที่ผู้สอนคาดหวัง ผู้สอนต้องยอมรับและจัดการที่จะสนับสนุนสิ่งที่ผู้เรียนคิด

(3) องค์ประกอบที่สำคัญในการสอน เป็นการรวบรวมสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นให้เป็นไปในแนวที่ถูกต้องการสร้างแรงจูงใจภายในซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความรู้การวิเคราะห์ ความคิดผู้เรียนในกระบวนการเรียนการสอน

จากทฤษฎีที่กล่าวมา สรุปได้ว่าทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละทฤษฎี มีความเหมาะสมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในแต่ละเนื้อหาที่แตกต่างกันเพราะฉะนั้น การนำทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์แต่ละทฤษฎีมาใช้ ผู้สอนต้องพิจารณาความเหมาะสม ด้านเนื้อหา จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ ผู้เรียนและเทคนิคการจัดการเรียนการสอน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ประสบผลตามจุดหมายของการเรียนรู้ และผู้วิจัยได้นำทฤษฎีพัฒนาการด้านสติปัญญาของ Piaget

มาใช้ในการดูลักษณะของผู้เรียนในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนในการพัฒนาสติปัญญา ทฤษฎีการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบของ Bruner ซึ่งพบว่ามีความคิดเกี่ยวกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ของ Piaget ที่เน้นว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างร่างกาย กับสิ่งแวดล้อมใหม่ที่เหมาะสมโดยวิธีการค้นพบด้วยตนเองจากการนำเสนอกิจกรรมของครูผู้สอน ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne ในด้านแนวคิดการเรียนรู้เป็นสมรรถภาพที่คงทนและเกิดขึ้นเมื่อสิ่งเร้าที่มากระตุ้นความสอดคล้องกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ เป็นแนวคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้มีแนวคิดที่ว่าความรู้เป็น สิ่งที่ปลูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ซึ่งการเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก

1.3 จิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์

จิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ นักการศึกษาได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

ยูพิน พิพิธกุล (2545: 2-9) กล่าวถึงจิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1.3.1 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักเรียนย่อมมีความแตกต่างกันทั้งในด้านสติปัญญา อารมณ์ จิตใจและนิสัย ครูจะได้คำนึง

- (1) ความแตกต่างของนักเรียนภายในกลุ่ม
- (2) ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของนักเรียน
- (3) ศึกษา นักเรียนแต่ละบุคคล
- (4) วางแผนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล
- (5) ครูต้องรู้จักหาวิธีสอน แปลก ๆ ใหม่ ๆ
- (6) ครูจะต้องรู้จักหาเอกสารประกอบการเรียนมาเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน
- (7) การสอนนักเรียนที่มีความแตกต่างกันนั้น ข้อสำคัญคือครูจะต้องมีความ

อดทน ขยันไฝ่หาความรู้ เสียสละเวลา

1.3.2 จิตวิทยาในการเรียนรู้ (Psychology of Learning) มีดังนี้

(1) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ใดประสบการณ์หนึ่งเป็นครั้งแรก เขาก็มีความอยากรู้อยากเห็น และอยากจะทำซ้ำให้ได้ วิธีการคิดนั้นอาจจะเป็นการลองผิด ลองถูก แต่เมื่อเขาได้รับประสบการณ์อีกครั้งหนึ่ง เขาจะสามารถตอบได้แสดงว่าเขาเกิดการเรียนรู้

(2) การถ่ายโยงการเรียนรู้

1.3.3 จิตวิทยาในการฝึก (Psychology of Drill) ประกอบด้วย

- (1) การฝึกจะให้ผลดีต้องฝึกเป็นรายบุคคล
- (2) ควรจะฝึกไปที่ละเรื่อง
- (3) ควรจะได้มีการตรวจสอบแบบฝึกหัดแต่ละครั้งที่ให้นักเรียนทำ เพื่อประเมินผลนักเรียนตลอดจนประเมินผลการสอนของครูด้วย
- (4) เลือกแบบฝึกที่สอดคล้องกับบทเรียน และให้แบบฝึกหัดพอเหมาะไม่มากเกินไป ตลอดจนหาวิธีในการที่จะให้ทำแบบฝึกหัด

(5) แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำนั้น จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ด้วยแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำหลาย ๆ ด้าน คำนึงถึงความยากง่าย เรื่องใดควรเน้นก็ให้ทำหลายข้อ

(6) พึงตระหนักอยู่เสมอว่า ก่อนที่จะให้นักเรียนทำโจทย์นั้น ให้นักเรียนเข้าใจในวิธีการทำโจทย์นั้น โดยถ่วงแท้ อย่าปล่อยให้เด็กทำโจทย์ตามตัวอย่างที่ครูสอนโดยไม่เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แต่ประการใด

(7) พึงตระหนักว่าฝึกอย่างไรนักเรียนจึงจะเกิด “คิดเป็น” ไม่ใช่ “คิดตาม” ครูจะต้องฝึกให้นักเรียน “คิดเป็น” “ทำเป็น” และ “แก้ปัญหาเป็น”

1.3.4 การเรียนโดยการกระทำ (Learning by Doing) ทฤษฎีนี้เป็นของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ซึ่งครูจะต้องให้นักเรียนได้ลงมือกระทำหรือปฏิบัติจริงแล้วจึงให้สรุปโน้มนำ (Concept)

1.3.5 การเรียนเพื่อรู้ (Mastery Learning) เป็นการเรียนรู้แบบรู้จริงทำได้จริงเมื่อ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และทำสำเร็จตามความประสงค์ เขาก็จะเกิดความพอใจ มีกำลังใจ เกิดแรงจูงใจ อยากจะเรียนต่อ

1.3.6 ความพร้อม (Readiness) ครูจะต้องสำรวจความพร้อมของนักเรียนก่อน แต่ถ้า นักเรียนไม่พร้อมครูจะต้องทบทวนเสียก่อน เพื่อใช้ความรู้พื้นฐานนั้นอ้างอิงต่อไปได้ทันที และการที่นักเรียนมีความพร้อมก็จะทำให้นักเรียนเรียนได้ดี

1.3.7 แรงจูงใจ (Motivation) ถ้าเป็นทางบวกก็จะเกิดแรงจูงใจ

1.3.8 การเสริมกำลังใจ (Reinforcement) การที่ครูชมนักเรียนในโอกาสอันเหมาะสม จะเป็นกำลังใจแก่นักเรียนอย่างมาก

นอกจากนี้ สุรัชย์ ขวัญเมือง (2542: 32-33) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนมีความพร้อมก่อนที่สอน
- 2) สอนจากสิ่งที่เด็กมีประสบการณ์หรือได้พบเห็นอยู่เสมอ
- 3) สอนให้เด็กเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย และส่วนย่อยกับ ส่วนใหญ่

- 4) สอนจากง่ายไปหายาก
- 5) ให้นักเรียนเข้าใจในหลักการและวิธีที่ใช้หลักการ
- 6) ให้เด็กได้ฝึกหัดทำซ้ำ ๆ จนกว่าจะคล่องและมีการทบทวนอยู่เสมอ
- 7) ต้องให้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม
- 8) ควรให้กำลังใจแก่เด็ก
- 9) ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับจิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ กล่าวได้ว่า ในการสอนนั้นครูจะต้องรู้จิตวิทยาในการสอนเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างบุคคล จัด การเรียนรู้ที่เหมาะสม กระตุ้นให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้และได้รู้จักวิธีเรียนที่ถูกต้อง มีวิธี สอนแปลก ๆ ใหม่ ๆ เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้อย่างหลากหลายจะทำให้การสอนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.4 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

สมทรง ดอนแก้วบัว (2528: 8-12) ได้สรุปความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ความเป็นผู้มีเหตุผล ในการเรียนการสอนวิชาเรขาคณิต เราต้องใช้เหตุผลมาพิสูจน์ โดยใช้ทฤษฎีมาประกอบการพิสูจน์ตามขั้นตอน คุณลักษณะเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนคณิตศาสตร์เป็น ผู้ที่มีเหตุผล

2) ความเป็นผู้ที่มีนิสัยละเอียดถี่ถ้วน สุขุมรอบคอบ การเรียนคณิตศาสตร์จะมีการทำแบบฝึกหัด จะทำให้ได้ฝึกฝนความละเอียดถี่ถ้วนและสุขุมรอบคอบ จากการต้องใช้เหตุผล

3) ความเป็นผู้ที่มีไหวพริบและปฏิภาณที่ดีขึ้น การทำโจทย์แบบฝึกหัดในวิชา คณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคต่าง ๆ หลายอย่างที่จะนำมาพิสูจน์หาคำตอบ

4) เป็นการฝึกพูดและเขียน เมื่อผู้เรียนคณิตศาสตร์ได้คิด แก้ปัญหาตามขั้นตอน วิธีการทางคณิตศาสตร์แล้วก็จะได้พูด เขียน เสนอแนะเหตุผลที่ตนได้ลองผิดลองถูกจนหาคำตอบได้

5) เป็นการฝึกใช้ระบบและวิธีการ การเรียนคณิตศาสตร์ การเรียนโดยฝึกความละเอียดรอบคอบตามระเบียบแบบแผนและวิธีการ ซึ่งเป็นระบบและวิธีการที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 2-3) ได้สรุปความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดและพิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิด เป็นจริงหรือไม่

2) คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่งที่ใช้สัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้อง โดยใช้ตัวอักษรแสดงความหมายแทนความคิด เป็นเครื่องมือที่จะใช้ฝึกทางสมองซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการกระทำในการคำนวณ การแก้ปัญหา

3) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผน ในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นต้องคิดอยู่ในแบบแผน และมีรูปแบบไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตามทุกขั้นตอนจะตอบได้ และจำแนกออกมาให้เห็นจริงได้

4) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างที่มีเหตุผลใช้อธิบายข้อคิดต่าง ๆ ที่สำคัญได้ เช่น สัจพจน์ คุณสมบัติ กฎ ทำให้เกิดความคิดที่เป็นรากฐานในการพิสูจน์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

5) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์คือ ความเป็นระเบียบ และความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงความคิดเห็นใหม่ ๆ และแสดงโครงสร้างใหม่ทางคณิตศาสตร์ออกมา

อรุณี จันทร์ศิลา (2536: 8) ได้สรุปความสำคัญทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญยิ่ง เป็นเรื่องการเรียนรู้กลุ่มประสบการณ์ต่าง ๆ ในอันที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้ถูกต้องเสียตั้งแต่ระดับขั้นพื้นฐาน

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลปะ เป็นรายวิชาที่เกี่ยวกับการคิดที่มีเหตุผลสามารถพิสูจน์ได้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ฝึกการคิดอย่างมีระบบและวิธีการสามารถสร้างสรรค์คน ให้มีนิสัยละเอียดสุขุมรอบคอบและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.5 หลักการสอนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนประสบผลสำเร็จได้นั้นไม่เพียงแต่ครูผู้สอนจะมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีสอนอย่างดียิ่งเท่านั้น ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักการสอนเป็นอย่างดีด้วยเพื่อจะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มีนักการศึกษาได้ให้หลักการหรือแนวทางในการสอนคณิตศาสตร์หลายทฤษฎีด้วยกัน ดังนี้

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529: 24-25) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียน คือ พร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา และพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐานที่จะมาต่อเนืองกับความรู้ใหม่ โดยครูต้องมีการทบทวนความรู้เดิมก่อน เพื่อให้ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ต่อเนืองกัน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนได้ดี

2) การจัดกิจกรรมการสอนต้องให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียนเพื่อมิให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

3) ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครูจำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่น ๆ ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

4) ควรเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมตามวัย และความสามารถของแต่ละคน

5) วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบที่จะต้องเรียนไปตามลำดับชั้นการสอนเพื่อสร้างความคิด ความเข้าใจ ในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และทำให้เกิดความสับสน จะต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการเรียนการสอน การสอนจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้

6) การสอนแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่าจัดกิจกรรมเพื่อสนองจุดประสงค์อะไร

7) เวลาที่ใช้สอน ควรใช้ระยะเวลาพอสมควรไม่นานจนเกินไป

8) ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกทำกิจกรรมได้ตามความพอใจ ตามความถนัดของตน และให้อิสระในการทำงานแก่นักเรียน สิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ การปลูกฝังเจตคติที่ดีแก่นักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้าเกิดมีขึ้นจะช่วยให้นักเรียนพอใจในการเรียนวิชานี้เห็นประโยชน์และคุณค่าย่อมจะสนใจมากขึ้น

9) การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกับครู เพราะจะช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการสอน และเป็นไปตามความพอใจของนักเรียน

10) การสอนคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันหรือมีส่วนร่วมเป็นการค้นคว้า สรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองร่วมกับเพื่อน ๆ

11) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกสนานบันเทิงไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วย จึงจะสร้างบรรยากาศที่น่าติดตามให้แก่นักเรียน

12) นักเรียนจะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนโดยครูใช้อุปกรณ์ซึ่งเป็นรูปธรรมนำไปสู่นามธรรมตามลำดับ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจมิใช่ความจำดังเช่น การสอนในอดีตที่ผ่านมาทำให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ง่ายต่อการเรียนรู้

13) การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่องและเป็นส่วนหนึ่ง ของการเรียนการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถามเป็นเครื่องมือในการวัดผล จะช่วยให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียนและการสอนของตน

14) ไม่ควรจำกัดวิธีคำนวณหาคำตอบของนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีคิดที่รวดเร็ว และแม่นยำภายหลัง

15) ฝึกให้นักเรียนรู้จักตรวจเช็คคำตอบด้วยตัวเอง

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 49-50) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาไว้ดังนี้

1) สอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก
2) เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรมประกอบได้

3) สอนให้สัมพันธ์ความคิดเมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมด การรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำยิ่งขึ้น

4) เปลี่ยนวิธีการสอนไม่ซ้ำซากเบื่อหน่าย ผู้สอนควรจะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจ

5) ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นเป็นแรงดลใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงนำไปสู่บทเรียนเร้าใจเสียก่อน

6) สอนให้ผ่านประสาทสัมผัสผู้สอนอย่าพูดเฉย ๆ โดยไม่ให้เห็นตัวอักษร ไม่เขียนกระดานดำ เพราะการพูดลอย ๆ ไม่เหมาะกับวิชาคณิตศาสตร์

7) ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรจะต้องเนื่องกับกิจกรรมเดิม

8) เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน

9) ให้นักเรียนเห็นโครงสร้างไม่ใช่เห็นแต่เนื้อหา

10) ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินหลักสูตร อาจจะทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย การสอนต้องคำนึงหลักสูตรและเนื้อหาที่เพิ่มเติมให้เหมาะสม

11) สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้

12) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้

13) ผู้สอนควรมีอารมณ์ขันเพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น

14) ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นหรือตื่นตัวอยู่เสมอ

15) ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อจะนำสิ่งที่แปลกและใหม่มาถ่ายทอดให้นักเรียน

16) ผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่ศรัทธาในอาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี

สุวัฒน์ อุทัยรัตน์ (2542: 36-44) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) การสอนคณิตศาสตร์ให้เหมือนรูปแบบของศิลปะอย่างหนึ่ง การสอนลักษณะนี้เน้นให้นักเรียนซาบซึ้งและสามารถแสดงออกถึงความสำเร็จในทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและรัดกุม

2) การสอนคณิตศาสตร์ ให้เหมือนกับเล่นเกมอย่างหนึ่ง การสอนลักษณะนี้ผู้สอนเน้นให้นักเรียนรู้จักกฎเกณฑ์ต่าง ๆ คล้ายกับการเล่นเกมแต่ละอย่างจะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นในการปฏิบัติต่าง ๆ

3) การสอนคณิตศาสตร์ ให้เหมือนกับเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ การสอนลักษณะนี้ยึดระเบียบทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก โดยมีการตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์

4) การสอนคณิตศาสตร์ ให้เหมือนกับแนวทางไปสู่เทคโนโลยีต่าง ๆ การสอนลักษณะนี้เป็นการสอนโดยใช้แผนภูมิสายงาน ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งในส่วนคณิตศาสตร์ และในส่วนของการศึกษาสาขาต่าง ๆ

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังที่กล่าวมาสรุป ได้ว่าการสอนคณิตศาสตร์ ควรเริ่มสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก ควรเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกัน สอนโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม เริ่มจากของจริง ไปสู่สัญลักษณ์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งเสริมให้นักเรียนคิดคำนวณและแก้ปัญหาด้วยตนเอง แล้วสามารถสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเองได้ และต้องคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียนในทุก ๆ ด้าน ด้วย

2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) โดยมีจุดมุ่งหมายพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ การมีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง การมีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต การมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย การมีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.1 คุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งทางร่างกายและจิตใจ สติปัญญา อารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1)

2.2 เป้าหมายของวิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:1) โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

2.2.1 จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2.2 การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2.3 เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติ การนิยามแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

2.2.4 พีชคณิต : แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้และครูผู้สอนบูรณาการกับสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

มาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐาน การเรียนรู้ ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ให้มีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้แก่

ผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่า ต้องการอะไร และสอนอะไร จะประเมินอย่างไร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 8)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้ แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematics model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบมีระเบียบ มีความรอบคอบมีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ใน

การวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอนหรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

2.4 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี แล้วผู้เรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับสูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:3)

2.4.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2.4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรงอธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

2.4.3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยมเส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

2.4.4 สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติสามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและกราฟในการแก้ปัญหาได้

2.4.5 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

2.4.6 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

2.4.7 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ

ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า คุณภาพของผู้เรียนวิชาคณิตศาสตร์เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิต และการศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ พัฒนาการอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์

2.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ เป็นทักษะ/กระบวนการหนึ่งที่มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยทศนิยมและเศษส่วนซึ่งอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยแสดงรายละเอียดดังตาราง 1 ต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	1. ระบุหรือยกตัวอย่างและเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม 2. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation)	1.1 จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม 1.2 การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม 2.1 เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม 2.2 การเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม)
มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา	1. บวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุ สมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ กับการหารจำนวนเต็ม 2. บวก ลบ คูณ ทหารเศษส่วนและทศนิยม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้น	1.1 การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม 1.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม 2.1 การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนและทศนิยม 2.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมเป็นจำนวนเต็ม

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>จากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม</p> <p>3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม</p> <p>4. คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง</p>	<p>3.1 เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</p> <p>4.1 การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มนำไปใช้</p>
มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา	1. ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมรวมถึงใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ	1.1 การประมาณค่า
มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้	1. นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา	<p>1.1 ห.ร.ม.และ ค.ร.น. ของจำนวนนับและการนำไปใช้</p> <p>1.2 การนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้</p>
<p>สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	<p>1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ ปัญหา</p> <p>2. ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p> <p>5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	

ที่มา : หลักสูตรโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิ (2551: 210)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้สถานศึกษานำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการวางแผน จัดการเรียนการสอนและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดเพื่อให้เกิดผลสำเร็จตามเป้าหมาย

3. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิเป็นแบบแผนหรือแนวทางข้อกำหนดของการ จัดการศึกษา ที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถโดยส่งเสริมให้แต่ละบุคคลพัฒนาไปสู่ศักยภาพ สูงสุดของตน รวมถึงประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติ ได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และอยู่ในโรงเรียน ชุมชน สังคม และโลกอย่างมีความสุข (หลักสูตรโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิ, 2551: 49)

3.1 สาระและตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

- 1) เขียนเศษในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน
- 2) จำแนกจำนวนจริงที่กำหนดให้และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ
- 3) อธิบายและระบุนามที่สองและนามที่สามของจำนวนจริง
- 4) ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา
- 5) บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็มและนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผล ของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของ การบวกกับการลบ การคูณกับการหารของจำนวนเต็ม
- 6) บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยม และนำไปใช้แก้ปัญหาตระหนักถึงความสมเหตุ สมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม
- 7) อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม
- 8) คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
- 9) ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงใช้ในการพิจารณา ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ
- 10) นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มนำไปใช้แก้ปัญหา

3.2 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำอธิบายรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง (หลักสูตรโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิ, 2551: 112) มีรายละเอียดดังนี้

ศึกษาความรู้พื้นฐานเบื้องต้น ฝึกทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา ในสาระต่อไปนี้ ท.ร.ม. และ ค.ร.น. ตัวประกอบจำนวนเฉพาะ การแยกตัวประกอบ การหา ท.ร.ม.

และการนำไปใช้ การหา ค.ร.น. และการนำไปใช้ กิจกรรมเสริมทักษะ/กระบวนการโดยใช้ ห.ร.ม.และ ค.ร.น

จำนวนเต็ม จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม กิจกรรมเสริมทักษะ/กระบวนการโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็ม

เลขยกกำลัง ความหมายของเลขยกกำลัง การคูณ และการหารเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก สมบัติของเลขยกกำลังเมื่อกำหนด a เป็นจำนวนใดๆ m และ n เป็นจำนวนเต็มบวก $a^m \times a^n = a^{m+n}$, $a^m \div a^n = a^{m-n}$ เมื่อ $a \neq 0$, $a^0 = 1$ เมื่อ $a \neq 0$, $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

เมื่อ $a \neq 0$ สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม) กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้ความรู้เรื่องเลขยกกำลัง

พื้นฐานทางเรขาคณิต จุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสี และมุม การสร้างส่วนของเส้นตรงให้ยาวเท่ากับส่วนของส่วนตรงที่กำหนดให้ การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับมุมที่กำหนดให้ การแบ่งครึ่งมุม การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้ การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายกิจกรรมสำรวจสมบัติบางประการทางเรขาคณิต กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสร้างพื้นฐานการจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อให้มีความรู้ ความคิด ความเข้าใจในเนื้อหา มีทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและนำเสนอประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด การใช้ทักษะชีวิต กระบวนการและการใช้เทคโนโลยีที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รวมทั้งมีความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทยและมีจิตสาธารณะ

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการหลากหลายตามสภาพเป็นจริง ตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่กำหนด

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำอธิบายรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง (หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิ, 2551: 113) มีรายละเอียดดังนี้

ศึกษาความรู้พื้นฐานเบื้องต้น ฝึกทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

เศษส่วนและทศนิยม การเขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและการเขียนทศนิยมซ้ำศูนย์ในรูปเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน การบวก ลบ คูณ และหาร เศษส่วน และทศนิยม การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและทศนิยม (รวมถึงปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็น) กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้ความรู้เศษส่วนและทศนิยม

การประมาณค่า การประมาณจากการวัด การใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการ การคาดคะเน การประมาณ และการประมาณค่า

คู่อันดับและกราฟ การอ่านและการแปลความหมายคู่อันดับจากแผนภาพ ตาราง และ จุดบนระนาบพิกัดฉาก การเขียนกราฟของความสัมพันธ์ กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้คู่อันดับและกราฟ

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การวิเคราะห์แบบรูปและความสัมพันธ์ การหาคำตอบของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมบัติของการเท่ากัน การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย การ แก้ปัญหาโจทย์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้สมการอย่างง่าย กราฟของสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปร กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ รูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสอง มิติ ภาพสองมิติจากการมองทางด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ของรูปสามมิติ กิจกรรมสร้างหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติโดยใช้ลูกบาศก์

การจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา มีทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและ นำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด การใช้ทักษะชีวิต กระบวนการ และ การใช้เทคโนโลยีที่ได้ไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รวมทั้งให้มีความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทยและมีจิตสาธารณะ

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการหลากหลายตามสภาพเป็นจริง ตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่ กำหนดจากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้เรียน ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณและฝึกแก้โจทย์ปัญหาเรื่องจำนวนนับ จำนวนเต็ม อัตราส่วน ร้อยละ การ ประมาณค่า เศษส่วน ทศนิยม สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คู่อันดับและกราฟ ความรู้ เกี่ยวกับแผนภูมิรูปวงกลม พื้นฐานทางเรขาคณิตและความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและ สามมิติ สามารถแก้ปัญหา ให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.3 หน่วยการเรียนรู้

เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาที่ถูกตัดตอนเนื้อหาสาระที่มีความสัมพันธ์กัน ภายใต้หัวข้อหรือ หลักเกณฑ์ออกมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสนองความต้องการของผู้เรียนให้ได้รับประสบการณ์ที่ สำคัญที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางที่เหมาะสม

การกำหนดหน่วยการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1-2 โรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิปรากฏดังตาราง

ตาราง 2 แสดงหน่วยการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่	ภาคเรียนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	จำนวนนับ	6
2	1	จำนวนเต็ม	26
3	1	เลขยกกำลัง	13
4	1	พื้นฐานเรขาคณิต	15
5	2	เศษส่วนและทศนิยม	24
6	2	การประมาณค่า	6
7	2	คู่อันดับกราฟ	7
8	2	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	14
9	2	การสร้างรูปเรขาคณิตเบื้องต้น	9
รวม			120

ที่มา : หลักสูตรโรงเรียนธรรมศึกษามูลนิธิ (2551: 7)

4. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สามารถนำกลยุทธ์ต่าง ๆ เข้ามาใช้เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นมีประสิทธิภาพ และการจัดกิจกรรมให้หลากหลายสอดคล้องต่อความต้องการของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545: 219-220) จากนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดังนี้

4.1 ความหมาย ความสำคัญและองค์ประกอบสำคัญของการใช้การเรียนรู้แบบ 5E

4.1.1 ความหมาย

นักการศึกษาได้เรียกวิธีการใช้การเรียนรู้แบบ 5E แตกต่างกันไป เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิธีเสาะหาความรู้ การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การสอนแบบค้นพบ และให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

ซาตรี เกิดธรรม (2542: 36) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จะค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 2) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะหาความรู้ว่าการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่กำหนด

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2544: 18) ได้ให้ความหมายของการสืบสอบว่าการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเองกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

ทศนา แคมมณี (2545: 102) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นกระบวนการสืบสอบ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิด คำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ด้านการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาหาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

สาโรช โศภิตรักษ์ (2546: 81) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นวิธีการสอนให้ผู้เรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนค้นหาข้อเท็จจริงเพื่อพัฒนาสติปัญญาความสามารถของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนโดยการใช้คำถาม หรือสถานการณ์เพื่อเกิดความคิดในการเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4.1.2 ความสำคัญ

ลักษณะสำคัญของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบ 5E ไว้ดังนี้

ชาติรี เกิดธรรม (2542: 72) นักเรียนต้องเป็นผู้กระทำการค้นหา เกิดการค้นพบด้วยตนเองเป็นหลัก

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 48) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นวิธีการที่นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกเพื่อสอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง

สาโรช โศภิตรักษ์ (2546: 81) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดปัญหา วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหาเอง จนในที่สุดผู้เรียนจะได้รับคำตอบจากกิจกรรมที่ตัวเองวางแผนไว้ การเรียนรู้ของผู้เรียนได้จากการค้นพบของผู้เรียนเอง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าลักษณะสำคัญของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญในการค้นหา โดยผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติการแสวงหาความรู้ ทั้งที่ต้องมีการทดลองหรือไม่ใช้การทดลอง เพื่อค้นพบข้อความรู้ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

4.1.3 องค์ประกอบสำคัญของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

ในการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบ 5E มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1) ครู มีบทบาทหน้าที่สำคัญคือ เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitaion) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีบทบาทดังต่อไปนี้

1.1) เป็นผู้กระตุ้น (Catalyst) ให้นักเรียนคิด โดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนสามารถค้นคว้าด้วยตนเอง หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง

- 1.2) เป็นผู้ให้การเสริมแรง (reinforcer) โดยการให้รางวัล กล่าวชม เพื่อให้กำลังใจ เพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
 - 1.3) เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedbackward) โดยการบอกข้อดีข้อบกพร่องของผู้เรียน
 - 1.4) เป็นผู้แนะนำและกำกับ (guide and director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมไม่ให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง
 - 1.5) เป็นผู้จัดระเบียบ (organizer) เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมทั้งอุปกรณ์สื่อการสอนแก่ผู้เรียน
- 2) นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติการทดลองหรือวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบ หรือตั้งปัญหาและวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบ การค้นหาคำตอบกระทำด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสอนโดยให้นักเรียนค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางความคิด เป็นการสอนแบบแก้ปัญหา ครูผู้สอนเป็นคนสร้างสถานการณ์ ครูให้คำแนะนำ นักเรียนเกิดการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ (เบญจมาศ เกตุแก้ว, 2548: 52)

4.2.1 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ใช้เมื่อต้องการเน้นกระบวนการคิด และทักษะการคิดเป็นหลักมากกว่ามุ่งเน้นให้เกิดความเข้าใจอย่างลุ่มลึกในเนื้อหาที่เรียน

4.2.2 ปัญหาสมมติฐานและข้อมูลทุกชนิดในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จากตัวผู้เรียน ดังนั้นครูควรต้องวางแผนการสอนอย่างรอบคอบและระมัดระวัง เพื่อให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในระดับที่เหมาะสม ครูผู้สอนต้องมีประสบการณ์อย่างมากในการวางแผนจัดกิจกรรมตามกระบวนการเรียนรู้

4.2.3 บทเรียนในรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่วนใหญ่เป็นบทเรียนต่อเนื่อง และต้องการเวลาเรียนมากกว่า 1 ชั่วโมง ขึ้นไป

ทิสนา แคมมณี (2545: 75) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เน้นการโดยครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 53) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะเน้นผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยพื้นฐานแล้ว ครูผู้สอนจะใช้คำถามเป็นหลักเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนเกิดการค้นพบด้วยตนเองพร้อมทั้งสร้างความรู้ใหม่

4.3 จุดเด่นของการการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

4.3.1 ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้สูง เพราะผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือการสำรวจเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ นั้นจะนำมาซึ่งคำตอบในสิ่งที่นักเรียนอยากรู้โดยตรง และความรู้ที่ได้รับจะเป็นความรู้ประเภทที่นำมาใช้งานได้ (Function) และเป็นแบบบูรณาการ(Integrated) ที่สามารถใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันแต่หากผู้เรียนต้องการหาคำตอบให้กับคำถามที่ครูตั้งให้ ความรู้ที่ได้รับก็จะเป็นเรื่องนอกตัว (External) และไม่เกี่ยวกับตนเอง (Impersonal) ที่เป็นสิ่งไกลตัวผู้เรียน และไม่สามารถนำไปใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

4.3.2 ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกระบวนการคิดและกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E กับเนื้อหาที่เรียนว่าการสำรวจปัญหาและสืบค้นข้อมูลในเนื้อหาประเภทต่าง ๆ ต้องเริ่มจากกระบวนการใด อย่างไร

ปารีสสา ผ่องพันธุ์งาม (2550:67) กล่าวถึงจุดเด่นของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนสูงเพราะผลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสำรวจเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ นั้น จะนำมาซึ่งคำตอบในสิ่งที่พวกเขาอยากรู้โดยตรงและความรู้ที่ได้รับจะเป็นความรู้ที่ใช้งานได้และเป็นแบบบูรณาการที่สามารถใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของกระบวนการคิดและการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E กับเนื้อหาที่เรียน และการสืบค้นข้อมูลในเนื้อหาประเภทต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สามารถนำกลยุทธ์ต่าง ๆ เข้ามาใช้เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนมีประสิทธิภาพสร้างความสนใจ และให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมที่หลากหลายสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

4.4 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ดังนี้

4.4.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายกิจกรรมกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้น ยั่วเย้า หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ ออยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่สามารถไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษาทำได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ ปัญหาที่น่าสนใจที่น่าสงสัยแปลกใจ

4.4.2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจแล้วผู้เรียนจะมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการ ตรวจสอบ

อาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4.4.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explantation) ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แผลผล สรุปและอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้สมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

4.4.4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถามให้นักเรียนกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

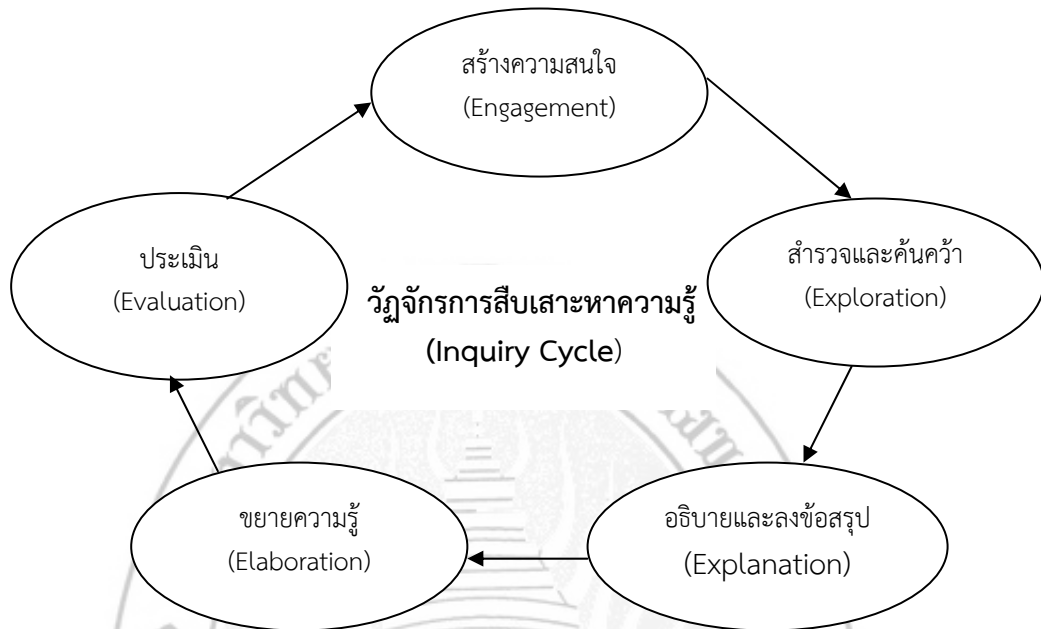
2) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมให้มีความละเอียดมากขึ้นยกสถานการณ์ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

4.4.5 การประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร จากขั้นนี้ไปสู่การประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ดังนี้

1) นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต
2) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์ วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณา ให้อธิบายทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุงเพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์เปรียบเทียบผลกับสมมุติฐาน เปรียบเทียบความรู้เดิม

3) นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อย ในการศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง

ขั้นตอนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ดำเนินการเป็นวงจรที่ต่อเนื่องแสดงดังนี้



ภาพ 2 แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 15)

อย่างไรก็ตามการที่เรียกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือการสืบเสาะหาความรู้เป็นภาษาอังกฤษว่า Inquiry Cycle หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ นั้นสืบเนื่องมาจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียนก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัยน่าศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุด หากทั้งครูและนักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดจนเวลาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีประสิทธิภาพได้นั้นครูต้องศึกษาวิธีการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนเพื่อนำมาวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำกิจกรรมคือการจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นคว้า 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมิน

5. ความคิดสร้างสรรค์

5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาของนักการศึกษา และนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายแง่หลายมุมดังต่อไปนี้

Westcott and Smith (1967) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมของคนออกมา แล้วนำประสบการณ์นั้นมาจัดให้อยู่ในรูปแบบใหม่ การจัดรูปแบบใหม่จะเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคน ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ระดับโลก ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Drevdahl (1986 อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2532: 6) ให้ความหมายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งไม่เป็นที่รู้จักกันมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์มาเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ และสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่นี้ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง อาจจะออกมาในรูปของผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรือเป็นเพียงกระบวนการหรือวิธีการเท่านั้นก็ได้

Anderson and Others (1979) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลซึ่งแสดงความคิดใหม่ ๆ อันเป็นการกระทำที่บุคคลเลือกจากประสบการณ์ที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลิตผลงานใหม่ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนเป็นเจ้าของในระดับต่าง ๆ กัน และความคิดสร้างสรรค์นี้สามารถพัฒนาได้ ถ้าจัดสภาพการณ์ให้เหมาะสม

Guilford (1978 อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2532: 6) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่มุม คิดได้กว้างไกลซึ่งเป็นลักษณะความคิดที่นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จอีกด้วยและความคิดอเนกนัยนี้ประกอบด้วยลักษณะ ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความละเอียดละออ (Elaboration)

อารี รังสินันท์ (2532: 33) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งที่แปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ รวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้มีใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็เหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้

สมศักดิ์ ภูวิภาดารวรรณ (2541: 2) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับ ซับซ้อนยากแก่การให้คำจำกัดความที่แน่นอนตายตัว ซึ่งถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน (Product) ผลงานนั้นต้องเป็นงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่า กล่าวคือ ใช้ได้โดยมีคนยอมรับถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงกระบวนการ (Process) กระบวนการคิดสร้างสรรค์ คือ การเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์เชิงบุคคล บุคคลนั้นจะต้องเป็นคนที่มีความแปลกเป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นคนที่มีความคิดคล่อง (Fluency) มีความยืดหยุ่น (Flexibility) และสามารถให้รายละเอียด ในความคิดนั้น ๆ ได้ (Elaboration)

สาวตรี วงศ์สกุลป์ (2542: 33) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของแต่ละบุคคลในการแสดงออกทางความคิดหรือการกระทำที่เกิดจากการเรียนรู้และการเชื่อมโยงประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกัน และทำให้เกิดเป็นผลงานหรือผลผลิตที่มีความแปลกใหม่ ซึ่งความคิดนั้นประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่นในการคิด และความละเอียดลออในการคิด ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความพยายามและการฝึกฝนในการคิดจินตนาการเพื่อให้เกิดเป็นไปในทางที่สร้างสรรค์และเป็นประโยชน์

ยูดา รักไทย (2542: 13) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์คือความสามารถคิดหาคำตอบใหม่ ๆ หรือมีคำตอบมากมายให้กับแต่ละปัญหา รวมถึงความสามารถของคนในการที่จะนำไปสู่สิ่งแปลกใหม่ อันรวมถึงความคิด ทฤษฎี และผลผลิตที่จับต้องได้ โดยจะต้องเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ ยิ่งวงกว้างเท่าใดก็ยิ่งดี

Torrance (1972 อ้างถึงใน ทิศนา แชมมณี และคณะ, 2544: 62) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการของความรู้สึกลึกซึ้งต่อปัญหา หรือสิ่งที่ขาดหายไป หรือสิ่งที่ไม่ประสานกันแล้ว เกิดความพยายามในการสร้างแนวคิดตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจเพื่อเป็นแนวทางค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป

ขจรศักดิ์ สีเสน (2544: 16) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การใช้ความคิดเชิงประยุกต์จากความคิดทั่วไป เพื่อให้ได้ผลงานใหม่ที่เป็นประโยชน์จากสิ่งทีคิดนั้น

นัฏฐิตา โพธิ์เพชร (2545:19) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงกระบวนการทางสมองของมนุษย์ที่สามารถคิดได้หลากหลาย และรวมถึงการดึงประสบการณ์เดิมออกมา แล้วนำมารวบรวมเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 19) ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการทางปัญญาที่สามารถขยายขอบเขตความคิดที่มีอยู่เดิมสู่ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมและเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการความสามารถทางสมองของแต่ละบุคคลที่คิดได้อย่างหลากหลายในการแสดงออกทางความคิดหรือการกระทำที่เกิดจากการเรียนรู้ และจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกันและทำให้เกิดเป็นผลงานหรือผลผลิตที่มีลักษณะจะแปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งความคิดนั้นต้องประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความพยายามและการฝึกฝนในการคิดจินตนาการ เพื่อให้การคิดเป็นไปในแนวมุ่งศึกษาความคิดสร้างสรรค์มี 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม

5.2 กระบวนการของการคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์สามารถอธิบายได้ในลักษณะที่เป็นกระบวนการซึ่งสามารถทำให้เกิดขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถที่จะสรุปขั้นตอนที่แท้จริงของการคิดสร้างสรรค์ได้แต่พอที่จะนำเสนอแนวคิดของนักการศึกษาที่เป็นที่ยอมรับดังต่อไปนี้

5.2.1 กระบวนการของการคิดสร้างสรรค์ตามทัศนะของ Wallas

กระบวนการของการคิดสร้างสรรค์ที่ Wallas (1926: 125) เผยแพร่นั้นเป็นที่ยอมรับกันมามากกว่า 50 ปี ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ขั้นการเตรียมตัว (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ความรู้ ทักษะและทัศนะที่เรามีต่อโลกอย่างกว้างขวางรวมถึงความสามารถเชื่อมโยงความคิดหรือสิ่งของที่มีความแตกต่างกันอย่างมากเข้าด้วยกัน

2) ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นตอนของการพยายามลืมเรื่องที่ต้องการคิด เสียให้หมดกล่าวคือ หลังจากที่ได้ผ่านการเตรียมตัวแล้ว บางครั้งต้องอาศัยระยะเวลาในการฟักตัว เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

3) ขั้นการรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นหลังจากที่บุคคลลืมเรื่องที่ต้องการคิดหาคำตอบระยะหนึ่ง จากนั้นจะเกิดการหยั่งเห็น (Insight) ขึ้นเหมือนกับแสงสว่างที่พลันฉายแวบขึ้นในสมอง

4) ขั้นการตรวจสอบ (Verification) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ คือหลังจากนี้ก็ได้แล้วก็จะทบทวนผลงานทั้งหมดจนเป็นที่พอใจ

5.2.2 กระบวนการของการคิดสร้างสรรค์ตามทัศนะของ Rily and Lewis

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่เสนอโดย Rily and Lewis (1983) เป็นสิ่งที่น่าสนใจมากเพราะมีประโยชน์ในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดสร้างสรรค์มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเห็นซึ่งปัญหา (Perceiving Problems) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเห็นปัญหาอย่างที่คุณทั่วไปมองไม่เห็น เช่น จากสิ่งธรรมดาในชีวิตประจำวัน เขาจะมองเห็นปัญหาที่ดูแปลกประหลาด เขามองดูสิ่งเหล่านี้โดยปราศจากวงจำกัดที่คุณโดยทั่วไปมี โดยจะมองไปอีกแบบหนึ่งเห็นความสัมพันธ์ที่เราดูว่าไม่น่าจะมีความสัมพันธ์กันได้ ลงเล่นกับปัญหาอย่างสนุกสนาน หรือแม้แต่เล่นแบบเด็ก ลักษณะเหล่านี้ล้วนเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตงานสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 การขยายปัญหา (Modifying the Problem) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้มองเห็นปัญหาแง่เดียว แต่มองดูปัญหาในแง่ต่าง ๆ กล่าวคือ เขาอาจขยายขอบเขตของปัญหาให้กว้างไกลออกไปจากที่เห็นจริง (Expanding) อาจดูปัญหาในทางตรงข้าม (Reversing) เช่น มองจากข้างในออกมาข้างนอก มองจากด้านตรงข้าม ดูสาเหตุและผลที่เกิดในหลาย ๆ แง่มุมเขาอาจทำปัญหาให้เล็กลง (Compacting) เปลี่ยนปัญหาให้อยู่ในรูปอื่น ๆ หรือเน้นไปในจุดอื่น (Transforming) หรือเพิ่มเติมรายละเอียดให้มากขึ้นในแต่ละปัญหา (Elaborating) การขยายปัญหาในแบบดังกล่าว ทำให้บุคคลมีทัศนะที่กว้างไกลต่อปัญหาเห็นหนทางต่าง ๆ ซึ่งอาจไม่ปรากฏถ้าไม่มีกระบวนการคิดในขั้นนี้

ขั้นที่ 3 การประวิงคำตัดสิน (Suspending Judgement) คือการประวิงคำตัดสินความถูกต้องเหมาะสม โดยการเปิดใจยอมรับในทุกสิ่ง การประวิงคำตัดสินทำได้ยาก อย่างไรก็ตาม กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์บ่งว่าบุคคลต้องทิ้งเสียซึ่งกฎข้อบังคับ ข้อจำกัดต่าง ๆ ทางสังคมและนำความคิดใหม่ ๆ มาทดลอง ซึ่งความคิดนี้อาจเป็นประโยชน์ที่สุดคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ต้องเปิดใจให้กว้าง และขณะเดียวกันต้องมีอารมณ์ขันและสามารถจินตนาการออกมา ในรูปที่สนุกสนานและจินตนาการนั้นต้องเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ด้วย

ขั้นที่ 4 ผลที่เกิดจากการฟักตัว (Incubating Effect) หมายถึง ผลก้าวหน้าที่เกิดขึ้นขณะที่บุคคลไม่ได้ใส่ใจอยู่กับเรื่องนั้น นั่นคือ เมื่อบุคคลยังแก้ปัญหาไม่ได้เขาก็จะหยุดคิดหรือล้มเลิกความคิด จนกระทั่งหลายวันต่อมาเกิดนึกขึ้นมาได้อย่างที่ไม่ได้นึกถึงมาก่อน นั่นคือปัญหานั้นได้แอบซ่อนตัว หรือฟักตัวอยู่ภายในหัวสมองอย่างเงิบ ๆ จนสุกงอมและแวบขึ้นมาโดยตนเองไม่รู้ตัว ในระยะเวลาต่อมาแม้ว่าเรื่องการฟักตัวนี้จะเป็นการยากที่จะศึกษาเพื่อหาข้อสนับสนุน อย่างไรก็ตามนักคิดสร้างสรรค์มักมีช่วงเวลานี้ขณะพยายามแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

ขั้นที่ 5 ความแน่วแน่ในความคิด (Sticking with an Idea) หรืออาจเรียกได้ว่าความตื้อดึง คนที่มีความคิดสร้างสรรค์มักใช้แนวทางแก้ปัญหาที่คนทั้งหลายละทิ้งกันหมดแล้ว แต่คนที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นยังคงไม่ย่อท้อ จนกระทั่งสามารถแก้ปัญหาได้เป็นผลสำเร็จลองนึกถึงครูสอน โทมัส เอดิสัน ที่คอยเฝ้าดูลูกศิษย์คนหนึ่งที่พยายามคิดแปลก ๆ กล่าวคือ โทมัส เอดิสันพยายามนำกระแสไฟฟ้าไปไว้ในเส้นโลหะเพื่อให้เกิดแสงสว่าง ในขณะที่นักเรียนคนอื่น ๆ หันไปหาปัญหาอื่น ๆ ที่อาจจำเจ ซ้ำซาก เอดิสันไม่ยอมละทิ้งความคิดของเขาลงอย่างง่าย แต่กลับพยายามทดลองให้เป็นจริงเป็นจังขึ้นมาให้ได้ นี่คือขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งของการผลิตงานสร้างสรรค์คือการเป็นคนที่มีความแน่วแน่ในเรื่องที่ตนทำอยู่

ขั้นที่ 6 การมองเห็นภาพพจน์ในผลงาน (Envisioning Results) ในระยะแรก ๆ ของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ บุคคลจะสามารถมองเห็นภาพพจน์ของงานประดิษฐ์ของตนได้ อาจอยู่ในรูปภาพฝันซึ่งไม่จำเป็นว่าภาพที่บุคคลเห็นจะต้องเป็นของจริงในที่สุด แต่สิ่งที่สำคัญคือ บุคคลต้องสามารถสร้างจินตนาการได้ถึงสิ่งที่อาจเป็นจริง

ขั้นที่ 7 สามารถเลือกข้อสรุปที่ดีที่สุด (Selecting the Best Conclusion) สิ่งที่สำคัญที่คนมักมองข้ามก็คือ ความสามารถทางสมองของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ในการเลือกทางที่ดีที่สุด ในหลาย ๆ ทางที่มีอยู่ ความสามารถนี้อาจคล้ายคลึงกับความสามารถในการประเมินผลและตัดสินใจในงานที่ต้องการการวิเคราะห์ต่าง ๆ แต่ความแตกต่างอยู่ที่ว่าในกระบวนการคิดสร้างสรรค์นั้นการตัดสินใจต้องได้รับการประวิงไว้จนกว่าจะได้สำรวจหนทางอื่น ๆ

ขั้นที่ 8 เต็มใจทำในสิ่งที่ตนตัดสินใจ (Willingness to Facilitate a Decision) จินตนาการจะสดสวยหรือมีคุณค่าเพียงไร อาจจะไม่เป่าประโยชน์ได้ ถ้าผู้สร้างจินตนาการนั้นไม่พยายามทำให้เป็นจริง คนที่มีความคิดสร้างสรรค์อย่างแท้จริงต้องมีความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่เปลี่ยนความฝันให้เป็นความจริง แม้จะมีอุปสรรคหรือมีการคัดค้านต่อต้านจากคนอื่น ๆ ก็ตามแม้จะผิดหวัง คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ก็จะไม่ย่อท้อ และสามารถทนได้กับความผิดหวังนั้น ครั้งแล้วครั้งเล่า จึงดูประหนึ่งว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความสุขอยู่กับการทำ งานเพื่อให้ฝันของเขาได้เป็นความจริงเท่านั้น

ขั้นที่ 9 การยอมรับในความไม่แน่นอน (Acceptance of Uncertainty) ลักษณะที่สำคัญของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์คือ ไม่มีความลำบากใจในการเผชิญกับความสับสน ความไม่กระจ่าง เขาเหล่านั้นจะสามารถทนต่อความไม่แน่นอนได้ตลอดระยะเวลาของการผลิตงานสร้างสรรค์ และโดยแท้จริงแล้วสถานการณ์ที่มีโครงสร้างกระจ่างชัดเป็นสิ่งที่ไม่น่าสนใจและไม่สนุกสำหรับคนที่มีความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 10 ความยากลำบากในการจัดระบบของสิ่งที่ไม่มีระบบ (Hazards of Systematizing the Unsystematic) ไม่น่าจะเป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนกระบวนการสร้างสรรค์ให้อยู่ในรูปกฎเกณฑ์หรือในรูปของทฤษฎีที่แน่ชัดมีระบบระเบียบ เพราะธรรมชาติของงานสร้างสรรค์จะมีลักษณะเฉพาะตัว มีความแปลกผิดธรรมดา และไม่เหมาะสมกับความเป็นระเบียบที่ตายตัว

กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เมื่อเทียบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้ดังนี้

- 1) ขั้นเห็นปัญหากับขั้นขยายปัญหา เป็นการทำให้ความกระจ่างชัดแก่ตนเองว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไรอยู่ในขั้นสำรวจและค้นคว้าและการสร้างความสนใจ
- 2) ขั้นประวิงค่าตัดสินและขั้นผลที่เกิดจากการฝึกตัว เป็นการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นข้อเท็จจริงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอยู่ในขั้นการขยายความรู้
- 3) ขั้นความแน่วแน่ในการคิดและขั้นการมองภาพพจน์ในผลงานและขั้นยอมรับความไม่แน่นอน สรุปได้ว่าเป็นความคิดกระจ่างชัดเป็นขั้นตอนของความสับสน การเรียบเรียงเชื่อมโยงความสัมพันธ์เข้าด้วยกันอยู่ในขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป
- 4) ขั้นเต็มใจทำในสิ่งที่ตนตัดสินใจ เป็นขั้นนำความคิดไปพิสูจน์ให้เห็นจริงและความถูกต้องอยู่ในขั้นการประเมิน

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมา สรุปได้ว่ากระบวนการของการคิดสร้างสรรค์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลำดับขั้น และผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ก็มีลักษณะเป็นขั้น ๆ ซึ่งผลผลิตจะอยู่ในขั้นใดนั้นขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะและความสามารถในการคิดของบุคคล

5.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

Guilford (1969: 145-151) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ประการ คือ

5.3.1 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดธรรมดา เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จก็ได้แนวคิดมาจากการทำเครื่องบินร่อน เป็นต้น ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิมและอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความจินตนาการหรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์ คือ ไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียวแต่จำเป็นต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงาน ตัวอย่างเช่น เคยมี ผู้กล่าวว่า คนที่คิดอยากจะทำบินนั้น ประหลาดและไม่มีทางเป็นไปได้ ต่อมาพี่น้องตระกูลไรท์ ก็สามารถคิดประดิษฐ์เครื่องบินได้สำเร็จ เป็นต้น

5.3.2 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาที่ยกจำกัด แบ่งออกเป็น

- 1) ความคิดคล่องทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2) ความคิดคล่องทางด้านการโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

3) ความคิดคล่องทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลี หรือประโยค และนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

4) ความคิดคล่องในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด ความคล่องในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ความคิดคล่องแคล่วนับว่าเป็นความสามารถอันดับแรกในการทำจะพยายามเลือกให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด กล่าวคือ ก่อนอื่นต้องคิดให้ได้มากหลายอย่าง และแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่าง เปรียบเทียบกันว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด

คำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้รับ การลงทุน ความยากง่าย บุคลากร เป็นต้น ความคิดคล่องแคล่วนอกจากจะช่วยให้ได้เลือกคำตอบที่ดีและเหมาะสมที่สุดแล้ว ยังช่วยจัดหาทางเลือกอื่น ๆ ที่อาจเป็นไปได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ในการแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตามเรามักจะพยายามหาวิธีการแก้หลาย ๆ วิธี โดยให้โอกาสในการเลือกเป็นอันดับลดหลั่นกันลงมา เช่น ถ้าเราไม่สามารถทำได้อย่างวิธีที่ 1 วิธีที่ 2 ก็อาจนำมาทดลองใช้ได้ หรือวิธีที่ 3 ก็ยังเป็นที่น่าสนใจ ถ้าวิธีที่ 2 ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เป็นต้น ความคิดคล่องช่วยให้มีข้อมูลมากพอในการเลือกสรรแล้วยังมีช่องทางอื่นที่เป็นไปได้ให้เลือกด้วย จึงนับได้ว่าความคิดคล่องเป็นความสามารถเบื้องต้นที่จะนำไปสู่ความคิดที่มีคุณภาพหรือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

5.3.3 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งออกเป็น

1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่างอย่างอิสระ เช่น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดได้ว่าประโยชน์ของก้อนอิฐมีอะไรบ้าง หลายอย่างและคิดได้หลายทิศทาง ในขณะที่คนซึ่งไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงอย่างเดียวหรือสองอย่างเท่านั้น

2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้ ซึ่งคนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน ยกตัวอย่างเช่น คำถามในเวลา 5 นาที ท่านลองคิดว่าท่านสามารถจะใช้หวายทำอะไรได้บ้าง คำตอบ กระจุง กระจาด ตะกร้า ก่องใส่ดินสอ กระจอมเก็บน้ำ เตียงนอน ตู้ โซฟา โต๊ะเครื่องแป้ง เก้าอี้นอนเล่น ตะกร้อ ชะลอม กรอบรูป กีบตีตม ด้ามไม้เทนนิส ด้ามไม้แบดมินตัน นำคำตอบดังกล่าว มาจัดเป็นประเภทก็จะจัดได้ 5 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 เฟอร์นิเจอร์ คือ เตียงนอน ตู้ โต๊ะเครื่องแป้ง เก้าอี้นอนเล่นโซฟา

ประเภทที่ 2 เครื่องใช้ คือ กระจุง กระจาด ตะกร้า กระจอมเก็บน้ำ

ประเภทที่ 3 เครื่องกีฬา คือ ตะกร้อ ด้ามไม้เทนนิส ด้ามไม้แบดมินตัน

ประเภทที่ 4 เครื่องประดับ คือ กรอบรูป กีบตีตม

ประเภทที่ 5 เครื่องเขียน คือ กล้องใสดินสอ

ความคิดยืดหยุ่นเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่วมีความแปลกแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ ยิ่งขึ้น ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นเป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ คือ ได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ตลอดจนสามารถเตรียมทางเลือกไว้หลาย ๆ ทางความคิดยืดหยุ่น จึงเป็นความคิดเสริมคุณภาพให้ดีขึ้น

5.3.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่ง หรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็น อย่างยิ่งในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

Torrance (1973 : 91-95 อ้างถึงใน ศศิธร เกื้อนสว่าง, 2548: 83) ได้สนใจ ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ ได้สนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในองค์ประกอบดังนี้

- 1) ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็ความคิดทางให้ภาษาหรือท่าทาง
- 2) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทบต่อ ปัญหาได้หลากหลายและสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน
- 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ ๆ แตกต่างจาก ความคิดเดิมหรือความคิดแตกต่างไปจากคนอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์ กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

Guilford (1974 อ้างถึงใน อารี รังสินนท์, 2532: 65) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบ ของความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอ่อนนัย คิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งจะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิด ริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ การวิจัย ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวคิดของ Torrance มุ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคิด คล่อง คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ความคิดยืดหยุ่น คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลายและแตกต่างกัน คิดได้หลายแง่ หลายมุม ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถในการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกแตกต่างจากความคิด ธรรมดา นำความรู้มาดัดแปลงประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่

ในตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เมื่อพิจารณา แต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสอดคล้องกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในแต่ละขั้นกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E	ความคิดสร้างสรรค์		
	ความคิดคล่อง	ความยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม
1. ขั้นสร้างความสนใจ	-	-	-
2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า	✓	✓	-
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	✓	✓	-
4. ขั้นขยายความรู้	✓	✓	✓
5. ขั้นประเมิน	-	✓	✓

ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในแต่ละขั้นของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นได้กำหนดในแต่ละแผนมีกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 3 องค์ประกอบในแต่ละขั้นอาจไม่ได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ

5.4 ลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2535:13) ได้สรุปลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นคนที่เป็นตัวของตัวเอง ทนความสับสนยุ่งเหยิงได้ดี มีความมุ่งมั่น มีความคิดอิสระไม่ขึ้นต่อกลุ่ม มีอารมณ์ขัน มีความยืดหยุ่นใช้สามัญสำนึกมากกว่าใช้เหตุผล และมักถูกมองว่าเป็นคนที่ไม่มีระเบียบ โดยทั่วไปมีบุคลิกเป็นคนขี้เล่น เป็นคนแปลกในสายตาของสังคม ไม่ชอบประเพณีนิยมไม่ชอบผู้ที่มีอำนาจเหนือกว่า ไม่ชอบงานที่มีระเบียบซ้ำซาก อีกนัยหนึ่งคนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นคนที่แปลกไม่เหมือนใคร และลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์มีความมั่นใจในตนเอง และผลงานของตนอย่างสูง แม้จะมีปัญหาที่ไม่ยอมให้ปัญหานั้น ๆ มาเป็นอุปสรรคต่อผลงานของตน

จากการศึกษาเรื่องบุคลิกภาพแบบเชื้ออำนาจภายในภายนอกพบว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะสอดคล้องกับบุคลิกภาพแบบเชื้ออำนาจภายใน กล่าวคือ เป็นคนที่เป็นตัวของตัวเอง มีหลักปฏิบัติค่านิยมของตนเองที่ใช้ในการตัดสินใจหรือชี้ผิดถูก เป็นนายของตนเองและเป็นผู้ชี้ชะตาของตนเองจากการศึกษาของ (Getzels & Jacson, 1963) พบว่า

- 1) ทั้งเด็กที่ฉลาดและเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์มีผลการเรียนดีพอ ๆ กัน
- 2) ในกลุ่มเด็กที่ฉลาด ครูชอบเด็กที่ฉลาดมากกว่าเด็กที่ฉลาดน้อย ส่วนในกลุ่มเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ ครูมิได้แสดงความพอใจเด็กคนใดเป็นพิเศษ คือ ไม่ได้พอใจเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงเหนือกว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ
- 3) เด็กฉลาดกับเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์เห็นความสำคัญของคุณลักษณะต่าง ๆ ต่างกันเมื่อให้เด็ก 2 กลุ่มเรียงลำดับความสำคัญของคุณลักษณะต่าง ๆ ต่อชีวิตและความสำคัญของตน

ตาราง 4 แสดงการเรียงลำดับคุณลักษณะตามความสำคัญต่อชีวิตและความสำเร็จ

เด็กฉลาด เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์	คะแนน
บุคลิกลักษณะ	13
ความมั่นคงทางอารมณ์	21
ความมุ่งมั่นในจุดหมาย	34.5
การมีความคิดสร้างสรรค์	46
การมีความสนใจหลากหลาย	54.5
คะแนน	67
สติปัญญา	78
อารมณ์ขัน	82

ที่มา : สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2535: 16)

จากตาราง 4 เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์เห็นความสำคัญของอารมณ์ขันสูงกว่าเด็กฉลาดคือ ไม่ชอบความเคร่งเครียด เด็กพวกนี้มักไม่ด่วนตัดสินใจเกี่ยวกับอนาคตเรื่องการเรียนและอาชีพ เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ ทำอะไรที่คนไม่คาดคิด มีอารมณ์ขันขี้เล่น ส่วนเด็กฉลาดเรียงลำดับความสำคัญของอารมณ์ขันไว้เป็นลำดับสุดท้าย และสติปัญญาเป็นลำดับรองสุดท้าย แต่เห็นว่าบุคลิกภาพและความมั่นคงทางอารมณ์มีความสำคัญต่อชีวิต และความสำเร็จเป็นอันดับ 1 และ 2 ตามลำดับ ข้อที่น่าสนใจคือเด็กฉลาดเรียงลำดับคุณลักษณะด้านสติปัญญาต่อชีวิตและความสำเร็จในลำดับเกือบสุดท้าย และเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์เรียงลำดับคุณลักษณะด้านความคิดสร้างสรรค์ต่อชีวิตและความสำเร็จไว้ในลำดับเกือบสุดท้ายเช่นกัน อาจแปลความได้ว่าเด็กที่ฉลาดหรือเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง มักไม่เห็นว่าคุณลักษณะที่ตนมีอยู่จะมีความสำคัญต่อชีวิตและความสำเร็จที่สุด แต่กลับมองเห็นใกล้เคียงกันว่าความมั่นคงทางอารมณ์มีความสำคัญต่อชีวิตและความสำเร็จอย่างมาก นอกจากนี้ครูยังมองเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์และไอคิวสูงว่าเป็นเด็กพุดมาก มักคิดอะไรแปลก ๆ แต่ก็ เป็นความคิดที่ดี เด็กพวกนี้มักคิดอะไรใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็วเด็กกลุ่มที่ฉลาดแต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นกลุ่มที่มีเพื่อนมากที่สุด และกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์แต่ไม่ฉลาดเป็นเด็กที่มีเพื่อนน้อยที่สุด

อารี พันธมณี (2537: 18) ได้สรุปลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นคนที่มีความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น มีความสนใจกว้างขวาง ชอบเสาะแสวงหา ศึกษาค้นคว้าไม่ชอบทำตามอย่างใครโดยไม่มีเหตุผล เป็นนักสู้มานะไม่ยอมเลิกล้มอะไรง่าย ๆ คิดริเริ่มชอบหาประสบการณ์ใหม่ ๆ มีความคิดอิสระยืดหยุ่น ไม่ยึดมั่นกับสิ่งใดจนเกินไป ไม่เคร่งครัดกับระเบียบแบบแผนมากนัก มีอารมณ์ขัน ชอบทำ งานเพื่อความสุขและความพอใจไม่ใช่หวังสินจ้างและรางวัลจากผู้อื่น และเป็นคนที่มักชอบถามคำถามว่าสิ่งนี้คืออะไร และจะเปลี่ยนแปลงเป็นอะไรบ้าง

Guilford (1967) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่า “คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความฉับไวที่จะรับรู้ปัญหา มองเห็นปัญหามีความว่องไวสามารถ

เปลี่ยนแปลงความคิดใหม่ ๆ ได้ง่าย สามารถสร้างหรือแสดงความคิดใหม่ ๆ และปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นอยู่เสมอ”

จากแนวความคิดของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน พอจะสรุปลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ คือ เป็นเด็กที่มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความกล้าแสดงออก ชอบแสดงความคิดเห็น และรู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความยืดหยุ่นในการคิดโดยที่ไม่ด่วนสรุปว่าความคิดของตนเป็นความคิดที่ดีที่สุด

5.5 การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูจะนำเทคนิควิธีการต่าง ๆ มากกระตุ้นให้เกิดนิสัยและเจตคติในทางสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน ด้วยการหาแนวทางที่จะส่งเสริมความคิดให้แก่ผู้เรียนได้ ดังแนวคิดต่อไปนี้

Davis (1973) ได้รวบรวมแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่กล่าวถึงเทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นมาตรฐาน เพื่อใช้ในการฝึกฝนบุคคลทั่วไปให้ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นเทคนิคเหล่านี้ได้แก่การระดมสมอง (Brainstorming) หลักการสำคัญของการระดมสมอง คือ การให้ออกาสคิดอย่างอิสระ โดยเลื่อนการประเมินความคิดออกไปไม่มีการวิพากษ์ วิจารณ์ในระหว่างที่มีการคิด การวิจารณ์หรือการประเมินผลใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นในระหว่างการคิด จะเป็นสิ่งขัดขวางความคิดสร้างสรรค์ จุดประสงค์ของการระดมสมองก็เพื่อนำไปสู่การที่สามารถแก้ปัญหาได้

Osborn (1975) เป็นผู้คิดเทคนิคนี้ขึ้น โดยแบ่งขั้นตอนการระดมพลังสมองออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 ตัดการวิจารณ์ออกไป ช่วยให้เกิดการรับรู้โดยมีสถานการณ์ที่สร้างสรรค์ซึ่งจำเป็นต่อการเกิดจินตนาการ

ขั้นที่ 2 ให้อิสระยังมีความคิดที่กว้างไกลมากเท่าใดก็ยิ่งดี เพราะเป็นไปได้ที่ว่าความคิดที่ดูจะไร้สาระอาจจะนำไปสู่บางสิ่งที่มีจินตนาการได้

ขั้นที่ 3 ต้องการปริมาณ ขั้นนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงจุดมุ่งหมายของการระดมสมองอย่างมาก ความคิดก็ยังมีโอกาสที่จะพบความคิดดี ๆ ได้มากขึ้น

ขั้นที่ 4 การผสมผสานและปรับปรุงความคิด นั่นคือ การขยายความคิดให้กว้างออกไป ในระหว่างการอภิปรายนักเรียนจะพิจารณาความคิดของตนเองและของเพื่อนตามลำดับ

Attribute Listing (1996) ผู้สร้างเทคนิคนี้คือ (Robert Crawford) เทคนิคนี้มีลักษณะเป็นการสร้างแนวความคิดใหม่โดยอาศัยแนวคิดเดิม วิธีการที่ใช้แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ วิธี attribute modifying คือ การปรับเปลี่ยนลักษณะบางประการของแนวคิดหรือผลงานเดิม เช่น สีพื้น ผนังห้อง แล้วปรับเปลี่ยนแต่ละส่วน เมื่อนำมารวมกันก็จะได้รูปแบบของห้องในแนวใหม่เกิดขึ้นมากมาย และวิธี attribute transferring คือ การคิดถ่ายโยงลักษณะบางประการจากสถานการณ์หนึ่งมาใช้อีกในสถานการณ์หนึ่ง เช่น การถ่ายโยงลักษณะของงานคาร์นิวัลมาใช้เป็นแนวคิดในการจัดงานปีใหม่ของโรงเรียน เป็นต้น

Morphological Synthesis (1997) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการสร้างความคิดใหม่ ๆ โดยใช้วิธีการแยกแยะองค์ประกอบของความคิด หรือปัญหาให้องค์ประกอบหนึ่งอยู่บนแกนตั้งของตารางซึ่ง

เรียกว่า Matrix และอีกองค์ประกอบหนึ่งอยู่บนแกนนอนเมื่อองค์ประกอบบนแกนตั้งมาสัมพันธ์กับองค์ประกอบบนแกนนอนในช่วงของตารางก็จะเกิดความคิดใหม่ขึ้น

Idea Checklis (1970) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการค้นหาความคิดหรือแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยรายการตรวจสอบความคิดที่มีผู้ทำไว้แล้ว เช่นอาจใช้สมุดโทรศัพท์หน้าเหลืองเป็นรายการตรวจสอบความคิดในการค้นหาอาชีพต่าง ๆ ได้หรือ idea-spurring ของ Osborn สามารถเป็นรายการตรวจสอบความคิดให้โรงงานอุตสาหกรรมเกิดความคิดในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ได้มากมายหลายแนวทาง

Synectics Methods โดยรากลศัพท์ Synectics หมายความว่า การเชื่อมโยงเข้าด้วยกันของสิ่งของที่ไม่เกี่ยวข้องกัน William J.J. Gordon เป็นผู้คิดขึ้นโดยการสร้างความคุ้นเคย (Strange Familiar) และความแปลกใหม่ที่เป็นที่คุ้นเคย (Familiar Strange) (Amabile, 1983: 118) นั้นจึงสรุปเป็นแนวคิดใหม่ กระบวนการของการคิดเป็น Gordon นี้มี 4 ประการคือ

- 1) การสร้างจินตนาการขึ้นในจิตใจของเรา หรือการพิจารณาความคิดใหม่
- 2) การประยุกต์เอาความรู้ในสาขาวิชา หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
- 3) การประยุกต์ใช้การเปรียบเทียบ หรือการอุปมาในการแก้ปัญหา
- 4) การประยุกต์เอาความคิดใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นจากจินตนาการมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากแนวคิดเกี่ยวกับการนำเทคนิคการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นสามารถสอนกันได้นั้นการที่จะสอนเพื่อให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ได้นั้น ผู้สอนจะต้องไม่ลืมว่าภาวะความรู้สึกลดถอยมีอิทธิพลในการที่จะแสดงออกเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนซึ่งจะเห็นได้

จากผลงานของ Sund and Trowbridge (1974) ที่ได้รวบรวมผลงานวิจัยทางจิตวิทยาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งมีผลต่อการเรียนการสอนในโรงเรียน สรุปได้ดังนี้

- 1) ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้กับทุกคน และทุกวัยในบางสิ่งบางอย่าง
- 2) ความสามารถและการแสดงออก ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละคนนั้นจะแตกต่างกัน
- 3) ความอิสระเสรีในการคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญมากและจะมีผลต่อสุขภาพจิตด้วย
- 4) เด็ก ๆ จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมีสถานการณ์เรียนรู้ที่อยู่ในสภาวะสร้างสรรค์ การจัดบรรยากาศในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

สมศักดิ์ ภูวิภาดารรรณ (2535: 27) ได้แบ่งประเภทของบรรยากาศออกเป็น 3 อย่างคือ

1) บรรยากาศด้านกายภาพ คือ การจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน เช่น การจัดที่นั่งสำหรับเด็กควรมีลักษณะยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่จัดไม่ควรยึดติดอยู่กับรูปแบบ ๆ เดียว และในการจัดตกแต่งสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนควรมีความแปลกใหม่มีคุณค่า และท้าทายให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมแสดงออกอย่างกว้างขวาง

2) บรรยากาศด้านสมอง เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่ คิดจินตนาการกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้อาจนำการใช้การทายปัญหาพาสุนัขเข้ามาใช้ในชั้นเรียนได้ เช่น ปัญหาพาสุนัขเกี่ยวกับตัวเลข ภาษาหรือรูปภาพและสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้สมองในการคิดอย่างสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี

3) บรรยากาศด้านอารมณ์ เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับการช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกมีคุณค่า มีพลัง รู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม เคารพตนเองและผู้อื่น การทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกดังกล่าว ครูควรจะมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน ใจกว้าง รับฟังปัญหาให้ความรู้สึกรอบอุ้มและเป็นกันเองกับนักเรียน กล้าคิด กล้าแสดงออกอย่างกว้างขวาง

จากแนวคิดของนักการศึกษาและนักจิตวิทยา สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ระดับมัธยมศึกษาเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่ควรกระทำอย่างต่อเนื่องและที่สำคัญนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาเป็นวัยที่ให้ความสำคัญกับกลุ่มเพื่อนและทำตามเพื่อนเพื่อให้ได้รับการยอมรับ โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องเหมาะสมและผลลัพธ์ที่ตามมาในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูผู้สอนจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้เขามี ภูมิคุ้มกันตนเอง เมื่อเผชิญปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่คาดคิดนักเรียนมีความมั่นใจและกล้าที่จะทำสิ่งที่ถูกต้องสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างสร้างสรรค์ การวิจัยนี้ใช้การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวของทอร์แรนซ์ วัดความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม

5.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนมีองค์ประกอบที่ไม่คงที่แน่นอน เป็นเรื่องที่วัดได้ยากเมื่อเทียบกับการวัดแบบอื่น ๆ ดังนั้นการวัดความคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านสนใจที่จะศึกษาวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์และการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

5.6.1 วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ยากต่อการวัด วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเครื่องมือหลาย ๆ ชนิด อาจจะอยู่ในรูปของแบบทดสอบหรือการปฏิบัติและจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย แต่อย่างไรก็ตามได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2535: 48-50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือศิลปะ คือผู้ให้คำตอบได้หลาย ๆ ทางหลาย ๆ แบบให้มากที่สุดซึ่งประกอบด้วย

- 1) แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด
- 2) แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันให้มากที่สุด
- 3) แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ซึ่งตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ภายในเวลาที่กำหนด
- 4) แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้

5) แบบประกอบภาพเจ็ดมหัศจรรย์ เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ซึ่งรู้จักกันในชื่อ Chehisopan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้นมาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

กรมวิชาการ (2539:30-34) การวัดความคิดสร้างสรรค์จะเป็นนามธรรมแต่นักวิชาการในสาขานี้ก็พยายามแสวงหาแนวทางที่จะวัดคุณลักษณะดังกล่าวนี้ให้ได้เช่นเดียวกันกับการวัดนามธรรมเป็นลักษณะนามอื่น ๆ ของมนุษย์ เช่น สถิติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์เป็นนามธรรม จึงมีวิธีการวัดที่แตกต่างกันหลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อจำกัด ข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกันไป การวัดความคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้ 3 วิธี

1) การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางความคิดสร้างสรรค์กระทำได้ 2 ลักษณะคือแบบเป็นทางการและแบบไม่เป็นทางการ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมิน การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแบบเป็นทางการอาจใช้แบบสอบถาม แบบมาตราวัดประเมินค่า การสัมภาษณ์ สอบถามความคิดเห็นจากครูประจำชั้น หรือครูผู้สอนวิชาต่าง ๆ สังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ปรากฏ ดังต่อไปนี้

- 1.1) มีความมั่นใจในการแสดงออก เช่น กล้าพูด กล้าซักถาม
- 1.2) มีความพยายามในการคิดแก้ปัญหา
- 1.3) ให้ความร่วมมือในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.4) ยอมรับในสิ่งแปลกใหม่
- 1.5) มีสัมพันธภาพกับสมาชิกในกลุ่ม
- 1.6) สามารถพูดแสดงความคิดเห็นได้อย่างรวดเร็ว
- 1.7) มีความคิดหลายทิศทาง
- 1.8) มีอารมณ์ขัน สนุกสนาน ร่าเริง
- 1.9) สามารถปรับตัวได้ดี
- 1.10) ความเป็นตัวของตัวเอง
- 1.11) มีความยืดหยุ่นในการคิด
- 1.12) มีความสามารถในการคิดอย่างคล่องแคล่ว
- 1.13) สามารถแตกความคิดเดิมไปสู่ความคิดที่แปลกใหม่
- 1.14) มีความสุขกับการทำงาน
- 1.15) มีความอยากรู้อยากเห็น

2) การวัดโดยใช้แบบทดสอบ เริ่มต้นจากการสร้างแบบทดสอบขึ้นมาก่อน แบบทดสอบจะมีลักษณะการกำหนดสถานการณ์ที่แปลกประหลาดหรือไม่ใช่สถานการณ์ตามปกติแล้วให้นักเรียนใช้ความคิดโดยอิสระ ตอบจากสถานการณ์นั้น คำตอบของนักเรียนอาจไม่นำไปพิจารณาว่าถูกหรือผิด เนื่องจากเป็นคำตอบที่ตอบขึ้นในสถานการณ์แปลกใหม่ พิจารณาให้คำตอบและแยกให้คะแนนเป็น 3 กรณี 1) ความคิดคล่อง 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาความคิดตอบสนองต่อเงื่อนไขให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการตั้งโจทย์ได้อย่างหลากหลายโดยให้คะแนนคำตอบประเภทละ 1 คะแนน ไม่ว่าจะคำตอบนั้นจะซ้ำ กับผู้อื่นหรือไม่ ส่วน

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลกแตกต่างจากความคิดธรรมดา คำตอบที่แปลกใหม่แตกต่างจากคำตอบของผู้อื่น พิจารณาทั้ง 3 กรณี กล่าวคือ การให้คะแนนความคิดคล่องกระทำได้ง่ายที่สุด ส่วนคะแนนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มต้องใช้เวลามาก เนื่องจากต้องนำคำตอบของนักเรียนมาจัดเรียงตามเกณฑ์การให้คะแนนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

อารี พันธุ์ณี (2540:199-202) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก และเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้น และสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์
- 2) การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ
- 3) รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิด ตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี
- 4) การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนดให้ และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งนักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤตของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เด็กมีความสนใจในการเขียนเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติของบุคคลสำคัญ นักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์ของโลกเช่น นิวตันและปาสกาล พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ คือ การให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันไปหลาย ๆ แบบ โดยพยายามไม่ให้ซ้ำกับคนอื่น โดยการสังเกต การวาดภาพ ดูภาพจากรอยหยดหมึก และการเขียนเรียงความ ทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกันเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้น

5.6.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

Torrance (1962: 121-128) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมีชื่อว่า แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance Tests of Creative โดย Torrance เรียกแบบทดสอบย่อยว่ากิจกรรม โดยคำชี้แจงในแบบทดสอบจะเน้นให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานกับการทำกิจกรรม สร้างความรู้สึกภูมิใจปราศจากความหวาดกลัวในการทำกิจกรรม แบบทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่อนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย

- 1) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษา ประกอบด้วย 7 กิจกรรม ดังนี้

1.1) กิจกรรมการตั้งคำถาม เป็นการให้นักเรียนตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มาได้มากที่สุดเพื่อให้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด

1.2) กิจกรรมการเตาสาเหตุ เป็นการให้นักเรียนเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้มากที่สุด โดยเตาจากเหตุการณ์ที่แสดงรูปภาพ

1.3) การเตาผลที่เกิดขึ้น เป็นการให้นักเรียนเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้

1.4) การปรับปรุงผลผลิต เป็นการให้นักเรียนดัดแปลงลิงหรือข้าง ในภาพที่กำหนดให้ เป็นลิงหรือข้างที่น่ารักน่าสนใจด้วย และเป็นของเล่นที่เด็ก ๆ ชอบให้เขียนมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

1.5) ประโยชน์ของสิ่งของ เป็นการให้นักเรียนเขียนรายชื่อสิ่งของที่น่าสนใจ และแปลกที่ทำมาจากกล่องกระดาษมาให้มากที่สุด

1.6) คำถามแปลก ๆ เป็นการให้นักเรียนตั้งคำถามแปลก ๆ เกี่ยวกับกล่องกระดาษ

1.7) การสมมติอย่างมีเหตุผล เป็นการให้นักเรียนบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์ที่กำหนดเกิดขึ้นจริง

2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

2.1) การวาดภาพ เป็นการให้นักเรียนต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ แล้ววาดภาพเพิ่มเติมโดยนึกถึงรูปภาพหรือเรื่องราวที่ไม่มีใครคิด เสร็จแล้วให้ตั้งชื่อภาพที่แปลกและน่าสนใจด้วย

2.2) การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ เป็นการให้นักเรียนต่อเติมภาพจากเส้นในลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้จำนวน 10 ภาพ ให้ได้ภาพที่น่าสนใจมากที่สุดพร้อมตั้งชื่อภาพให้แปลกและน่าสนใจด้วย

2.3) การใช้เส้นคู่ขนาน เป็นการให้นักเรียนต่อเติมภาพจากเส้นขนานจำนวน 30 คู่ ให้ได้ภาพที่แปลกมากที่สุด แล้วตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมด้วย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ คือ การให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันหลาย ๆ แบบ คือ ต้องการที่จะเน้นผลผลิตของการคิด โดยจะต้องเป็นความคิดที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร และความคล่องในการคิดสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน มีดังนี้ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่ม

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ ตรงกับคำว่า Achievement แปลว่า ได้รับหรือผลสำเร็จ นักการศึกษาได้ให้ความหมาย คำจำกัดความของคำว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

Good (1973: 103 อ้างใน จัตูพร แปรไธสง, 2545: 12) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนาจากการเรียนการสอนในสถานศึกษา โดยปกติวัดคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้ หรือจากแบบทดสอบ หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

อุทุมพร เครือคนโท (2540:11อ้างถึงใน นิพนธ์ สิ้นพูน, 2545:17) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการที่จะเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกัน และต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับสติปัญญา แสดงออกในรูปของความสำเร็จซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จัตูพร แปรไธสง (2545: 13) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ สมรรถภาพ และความสามารถของบุคคลซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถทางสมองหรือทางร่างกาย ที่ได้จากประสบการณ์ที่เกิดการอบรมหรือการสอน ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบ หรือการสังเกตพฤติกรรม และความสำเร็จในด้านอื่น ๆ ประกอบ

นิพนธ์ สิ้นพูน (2545:18) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียนโดยอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง และแสดงออกในรูปความสำเร็จซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ โดยอาศัยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสมองหรือทางร่างกายที่แสดงออกในรูปความสำเร็จ ในด้านความรู้ทักษะและสมรรถภาพที่ได้จากประสบการณ์ที่เกิดจากการอบรมหรือการสอน ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบหรือการสังเกตพฤติกรรม และความสำเร็จในด้านอื่น ๆ ประกอบ โดยอาศัยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงการตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้จากครูผู้สอนโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ ทักษะด้านวิชาการ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 134) แบ่งเป็น 3 ลักษณะได้ดังนี้

6.2.1 การทดสอบก่อนสอนหรือทดสอบเพื่อจัดตำแหน่ง (Placement Testing) เป็นการทดสอบเพื่อสำรวจความพร้อม หรือทดสอบ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนก่อนการเรียนการสอน

6.2.2 การทดสอบย่อย (Formative Testing) เป็นการสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นโดยทำการทดสอบระหว่างดำเนินการสอน เพื่อสำรวจความรู้ความสามารถ ทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะเรียนในหน่วยการเรียนรู้ต่อไปหรือไม่

6.2.3 การทดสอบรวมหรือการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน (Summative Testing) เป็นการทดสอบเพื่อสรุปผลการเรียนภายหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง

1) แบบอัตนัย (Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถาม และให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตามที่โจทย์กำหนดภายในเวลาที่กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับตัวผู้ตอบ แบบทดสอบนี้สามารถวัดได้หลาย ๆ ด้านในแต่ละข้อ เช่น ความสามารถในการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ และอื่น ๆ

2) แบบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว แต่ผู้สอบต้องตัดสินใจเลือกข้อที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้อาจถูกหรือผิดได้แก่ แบบถูกผิด แบบเติมคำ หรือแบบตอบสั้น ๆ แบบจัดลำดับ และแบบเลือกตอบ

Bloom (1956 อ้างถึงใน วาริ ธีระจิตร, 2543: 220-221) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ มี 6 ประเภท ดังนี้

1) ความรู้ หมายถึง ผู้เรียนสามารถจำข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงได้ เกี่ยวกับทศนิยม และเศษส่วน วัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) ความเข้าใจ หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการอธิบาย การยกตัวอย่าง เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน วัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3) การนำไปใช้ หมายถึง ผู้เรียนมีความเข้าใจในการตีความของข้อมูล รู้จักเปรียบเทียบแยกแยะความแตกต่างโดยให้เหตุผลได้เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน วัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4) การวิเคราะห์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถแยกแยะข้อมูล เปรียบเทียบ และการจัดรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วนวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5) การสังเคราะห์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถนำองค์ประกอบต่าง ๆ ที่แยกแยะอยู่มารวมเข้าด้วยกัน เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วนวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6) การประเมินค่า หมายถึง ผู้เรียนสามารถใช้เกณฑ์หรือมาตรฐานเป็นแนวทางในการตัดสิน มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับ เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน วัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัด ความรู้ ทักษะ ความสามารถของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายและเนื้อหาของรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยมากจะใช้วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของรายวิชาต่าง ๆ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกในพฤติกรรม 6 ระดับดังนี้ ระดับความรู้-ความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ ระดับการวิเคราะห์ ระดับการสังเคราะห์ และระดับการประเมินค่า

7. ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542: 775) ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

วีโรชา ปาธะรัตน์ (2543:17) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ที่ชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ถ้าสิ่งนั้นตรงกับความต้องการหรือความถนัดของเขา

พัลลภ สีลาวัฒนานนทกุล (2546:10) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพของจิตใจที่ปราศจากความเครียด

บุพผา เจียมสวัสดิ์ (2549:37) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพของจิตใจที่ปราศจากความเครียด โดยหากความต้องการได้รับการตอบสนองทั้งหมดหรือบางส่วนความเครียดก็จะลดลง ความพึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกพอใจความรู้สึกในทางยอมรับของบุคคลต่อกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งหรือแรงจูงใจในทางบวก

7.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจไว้ดังนี้

7.2.1 ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นตอนของมาสโลว์ (Maslow, 1962: 58) สรุปได้ว่าความต้องการของเรามีลำดับขั้นจากต่ำไปหาสูงตามความสำคัญ เช่น ด้านที่ดีที่สุดของเรา ความสามารถพิเศษของเรา พลังความสามารถความคิดสร้างสรรค์

ขั้นปฐมภูมิ เป็นลำดับขั้นตอนของความต้องการจากขั้นต่ำไปหาขั้นสูง

- 1) ความต้องการทางสรีรวิทยาเป็นความต้องการขั้นพื้นฐานในการดำรงชีพ
- 2) ความต้องการความมั่นคง ปลอดภัยที่จะเป็นอิสระและปราศจากอันตราย
- 3) ความต้องการทางสังคม ต้องการที่จะรักและได้รับความรักจากผู้อื่น
- 4) ความต้องการความสำเร็จแห่งตนซึ่งแตกต่างกันไปแต่ละบุคคล

ขั้นทุติยภูมิ เป็นลำดับขั้นตอนของความต้องการที่ประกอบด้วยความต้องการ 2 ประการ คือ

- 1) ความต้องการความเข้าใจและอธิบายได้ สามารถคิดได้อย่างเป็นระบบ อธิบายความหมายความสัมพันธ์ได้
- 2) ความต้องการความรู้ เป็นความต้องการที่จะรู้ความจริง และตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นนั้น

จากที่กล่าวมาทั้งสองลำดับขั้นตอนเป็นความต้องการเกี่ยวกับขบวนการรับรู้ ซึ่งอาศัยความรู้เป็นพื้นฐานเรียกรวม ๆ ว่าความต้องการด้านสุนทรียภาพ

7.2.2 ทฤษฎี E R G

Underfer et al. (1993: 74) ได้กล่าวถึงทฤษฎีนี้สรุปได้ว่า Delton Underfer เป็นผู้หนึ่งที่สนับสนุน ทฤษฎีความต้องการตามขั้นตอนของ Maslow เขาได้ปรับเปลี่ยนจาก 5 ขั้นตอนของ Maslow เหลือเพียง 3 ขั้นตอน ซึ่งรูปแบบใหม่ของเขาได้รับการยอมรับว่าเป็น E R G Theory มีรายละเอียดของทฤษฎีความต้องการของมนุษย์มี 3 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ความต้องการเพื่อดำรงชีวิต (Existence Needs) คือ ความต้องการเพื่อประทังชีวิตของตนเพื่อการอยู่รอด

2) ความต้องการความสัมพันธ์ (Relatedness Needs) คือ ความต้องการความสัมพันธ์กับบุคคลรอบ ๆ ตัวและบุคคลในสังคม ซึ่ง Delton Underfer ได้ให้ความสำคัญกับความต้องการข้อนี้มาก เพราะถือว่ามนุษย์อยู่ได้ มิใช่ความต้องการพื้นฐานเท่านั้น แต่การรวมตัวอยู่ด้วยกันเป็นกลุ่ม หรือหมู่พวกนั้นมีความจำเป็น

3) ความต้องการเจริญก้าวหน้า (Growth Needs) เป็นความต้องการสูงสุดของคน จะบ่งบอกถึงความสูงสุดของชีวิตมนุษย์

7.2.3 แนวคิดของ Strous and others (1980: 5-6) ได้พัฒนา แนวคิดของ Maslow แต่มีความแตกต่างคือ แนวคิดนี้เสนอว่าคนมีความพร้อมกันหลาย ๆ ชั้น สามารถที่จะพัฒนาการเรียนรู้ให้สูงขึ้นได้ และได้แบ่งความต้องการออกเป็น 3 ดังนี้

- 1) ความต้องการด้านร่างกาย และความต้องการปลอดภัยในชีวิต
- 2) ความต้องการด้านสังคม
- 3) ความต้องการด้านเกียรติยศ ชื่อเสียง

ความต้องการของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากันและความต้องการในแต่ละชั้นจะมีความสำคัญต่อบุคคลมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับจากการตอบสนองความต้องการในระดับนั้น

จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจดังที่กล่าวมาแล้ว ทั้งสองลำดับชั้นเป็นความต้องการเกี่ยวกับกระบวนการรับรู้ ซึ่งต้องอาศัยความรู้พื้นฐานเรียกรวม ๆ ว่าความต้องการด้านสุนทรียภาพ ความต้องการของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน และความต้องการในแต่ละชั้นจะมีความสำคัญต่อบุคคลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับจากการตอบสนองความต้องการในระดับนั้น ๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จัดขึ้นสอดคล้องกับความต้องการ หรือสิ่งที่ผู้เรียนคาดหวังไว้หรือไม่หากกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น สอดคล้องกับความต้องการ และสิ่งที่ผู้เรียนคาดหวังไว้ย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ๆ

7.3 การวัดความพึงพอใจ

นักการศึกษาได้ให้ทัศนะและแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจไว้ต่าง ๆ ดังนี้
 สโรช ไสยสมบัติ (2534: 39) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1) การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย วิธีหนึ่งโดยการขอร้องหรือขอความร่วมมือจากกลุ่มบุคคลที่ต้องการวัด แสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้เลือกตอบ หรือเป็นคำตอบอิสระ โดยคำถามที่ถามอาจจะถามถึงความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ

2) การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งในการที่ได้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการ ซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจงใจให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง การวัดความพึงพอใจโดยวิธีสัมภาษณ์ นับว่าเป็นวิธีการที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพมากอีกวิธีหนึ่ง

3) การสังเกต เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการโดยสังเกตจากพฤติกรรมก่อนมารับบริการ ขณะรอรับบริการ และหลังจากการมาขอรับบริการเป็นต้น การวัดความพึงพอใจโดยวิธีนี้จะต้องกระทำอย่างจริงจังและมีแบบแผนที่แน่นอน จึงจะสามารถประเมินถึงระดับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการได้อย่างถูกต้อง

ภณิดา ชัยปัญญา (2541: 11) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1) การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ ได้

2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่แท้จริง

3) การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจสามารถที่จะทำการวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ความสะดวก ตลอดจนจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวัดด้วยจึงจะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้วัดความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีประเด็นในการวัดคือวิธีการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คุณค่าและความสำเร็จ

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

8.1 งานวิจัยในประเทศ

พัชนี ตรีภูมแก้ว (2541: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนสตรีศรีน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน จำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนตามองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือด้านความคิดคล่องความคิดยืดหยุ่นความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียนสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนสภาราชินี อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการคิด

สร้างสรรค์หลังจากที่ได้รับการฝึกติดตามแบบของบาลากาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อน การได้รับการฝึกติดตามแบบบาลากาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุรัช แก้วแสนเมือง (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนโดยโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านผือพิทยาสรรค์ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวน สอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรพรรณ สง่า (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมขุมนุมคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโพธิสารพิทยากร เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร จำนวน 20 คน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ภายหลังใช้ชุดกิจกรรมขุมนุมคณิตศาสตร์สูงขึ้น อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สวลี ปัญญา (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถม ศึกษปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียนทศนิยมโดยใช้เรื่องราวและแผนภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนา การ ที่แสดงออกว่าเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้น

มยุรี เสออุดม (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตาม แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ร้อยละ 73.44 และจำนวนนักเรียนร้อยละ 75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผ่าน เกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนรู้ซึ่งมีโครงสร้างความรู้ ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและด้านคุณลักษณะอื่น ๆ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

เบญจมาศ เกตุแก้ว (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ จังหวัดขอนแก่น โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบ่ง 3 วงจร ปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงกับทัศนูปกรณ์ สูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 74.29 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เช่นเดียวกับด้านผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงกับทัศนูปกรณ์

สมบัติ กาญจนารักพงศ์ และคณะ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการขยายผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ 5E ให้กับครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ในโรงเรียนพิจิตรพิทยาคมและโรงเรียนสระ หลวงพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิจิตรเขต 1 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษาฯ และวัฒนธรรม ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ สุขศึกษาและพลศึกษา

จำนวน 22 โรงเรียน โดยนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ไปทดลองใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนจำนวน 660 คน ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีทักษะการคิดขั้นสูง คือ ความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาตามรายกลุ่มสาระการเรียนรู้ นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงอยู่ในระดับดีทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้เช่นกัน นอกจากนี้ในด้านความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรม พบว่าในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาตามรายกลุ่มสาระการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้เช่นกัน

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Amos Goor and Tamar Rapoport (1977: 99 อ้างถึงใน นัฏฐิตา โพธิ์เพชร, 2545: 49) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการสอนเสริมความคิดสร้างสรรค์ในฤดูร้อน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มาเข้าค่ายภาคฤดูร้อน จำนวน 142 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 94 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนเสริมโดยใช้เกมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เป็นสื่อ มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเสริม

Katiyar and Jarial (1985: 85 อ้างถึงใน สาวิตรี วงศ์สุกัลป์, 2542: 66) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการจัดโปรแกรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรม

Overton (1994: 99-100 อ้างถึงใน สมบัติ กาญจนรักพงษ์, 2545: 59) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาทักษะการคิดที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 2 เกรด 4 และเกรด 6 จำนวน 82 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการคิดสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ได้เพิ่มมากขึ้นและการสอนทักษะการคิดให้กับนักเรียนเกรด 4 สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาภาษาและคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

O' Brien, Thomas P. and Seager Douglas (2000: 77 อ้างถึงใน เทียมใจ เทศไทย, 2549: 51) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E มาจัดการเรียนรู้ในหน่วยเรื่อง โลกกับดวงจันทร์ โดยการบูรณาการในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกรด 6-10 ผลการวิจัยพบว่า หน่วยการเรียนรู้นี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จากความคิดรวบยอดที่มีอยู่เดิมและการศึกษาค้นคว้าจากตำราในเรื่องเกี่ยวกับขนาดของสิ่งที่มีความสัมพันธ์และความแตกต่างในระบบวงโคจรของดวงจันทร์กับโลก สู่การค้นหาแหล่งที่น่าเชื่อถือของข้อมูลและสร้างแบบจำลองมาตราส่วน โดยใช้เทียบกับขนาดของลูกบอลที่ใช้ในกีฬาชนิดต่าง ๆ ในด้านทักษะที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ครอบคลุมในเรื่องการคำนวณ การสร้างองค์ความรู้ การอธิบายแบบจำลอง การคิดวิเคราะห์ การประมาณการวัด อัตราส่วนที่เหมาะสม มาตราส่วน ใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข สืบค้นหาข้อมูล และหาขนาดมาตราส่วนของดวงดาวในระบบสุริยะจักรวาล

Wilder Melinda and Shuttleworth Phyllis (2004: 44 อ้างถึงใน บุษผา นาคสมบุญ, 2549: 37) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อใช้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จจากการดำเนินการที่ต่อเนื่องในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเป็นผู้สนใจสิ่งที่เรียน รู้จักการสืบเสาะ สามารถให้คำอธิบายสำหรับประสบการณ์เรียนรู้ ขยายความรู้และได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ได้ข้อแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และกิจกรรมการเรียนรู้หน่วย ทศนิยมและเศษส่วน สรุปได้ว่าการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสามารถทำได้โดยการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จนนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาคุณภาพชีวิตและการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนนำความรู้ไปประยุกต์เพื่อพัฒนาสังคมสอดคล้องกับแนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและการจัดกิจกรรมที่น่าสนใจให้กับผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและพัฒนาความคิดด้านต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ความรู้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ 5E เพื่อเกิดการเรียนรู้ให้กับผู้อื่น