

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัย ได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

- 1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
- 1.2 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.4 โครงสร้างเวลาเรียน
- 1.5 เกณฑ์คุณภาพของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. คู่มือการจัดการเรียนรู้

- 2.1 ความหมายของคู่มือการจัดการเรียนรู้
- 2.2 ความสำคัญของคู่มือการจัดการเรียนรู้
- 2.3 ขั้นตอนการจัดทำคู่มือการเรียนรู้
- 2.4 องค์ประกอบของคู่มือการจัดการเรียนรู้

3. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

- 3.1 แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 3.2 ความเชื่อตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 3.3 ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 3.4 การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 3.5 การเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 3.6 บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

- 3.7 สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 3.8 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 4. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
 - 4.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน
 - 4.2 หลักการแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน
 - 4.3 ลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้ของสมอง
 - 4.4 การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูง
 - 4.5 แนวทางการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของสมอง
 - 4.6 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน
- 5. คู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน
 - 5.1 ความหมาย
 - 5.2 ความสำคัญ
 - 5.3 องค์ประกอบ
 - 5.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
- 6. ความฉลาดทางอารมณ์
 - 6.1 ความหมายของความฉลาดทางอารมณ์
 - 6.2 องค์ประกอบของความฉลาดทางอารมณ์
 - 6.3 เครื่องมือวัดความฉลาดทางอารมณ์ตามแนวคิดของกรมสุขภาพจิต
- 7. การคิดวิเคราะห์
 - 7.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 7.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์
 - 7.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
 - 7.4 แนวคิดและหลักการของการคิดวิเคราะห์
 - 7.5 คุณสมบัติที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์
 - 7.4 เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
 - 7.6 การวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

8. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- 8.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 8.2 ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 8.3 การสอนคณิตศาสตร์กับความเป็นเหตุเป็นผล
- 8.4 เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

ทางคณิตศาสตร์

- 8.5 การวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 9.1 ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 9.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 9.3 กรอบแนวคิดของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน

- 9.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น
- 9.5 หลักในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

10. ดัชนีประสิทธิผลคู่มือการจัดการเรียนรู้

11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 11.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 11.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 1–41) กล่าวถึง หลักสูตรกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความสำคัญของคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ คณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้ มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถ อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความ

2. สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้ คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนดังนี้

2.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิง

จำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงิน

และเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2.3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ

และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทาง เรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation)

การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

2.4 พีชคณิต แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการ

ดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลข

คณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความ ข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

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 การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. เกณฑ์คุณภาพของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนบ้านนาเตือ ได้กำหนดเกณฑ์คุณภาพกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้สำหรับระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรมุ่งเน้นการศึกษาเพื่อสำรวจตรวจสอบความสามารถ และความถนัดของตนเอง สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน เมื่อนักเรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนควรจะสามารถด้านคณิตศาสตร์ตามที่หลักสูตรมุ่งหวัง ดังนี้

4.1 มีความรู้ความเข้าใจและความรู้ลึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับ และศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร จำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แพนผัง และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

4.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

4.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

4.5 รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูล ในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้ เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่างๆ ได้

4.6 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและ เหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลัก ทั้งหมด 6 สาระ 14 มาตรฐาน โดยผู้วิจัยต้องการ พัฒนาสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวิเคราะห์สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ ตลอดจนเจตนาคุณภาพของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามช่วงชั้นที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ปีการศึกษา 2559 พบว่ามีโครงสร้างเนื้อหาวิชา และเวลาเรียนดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างเนื้อหาวิชา และเวลาเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 160 ชั่วโมง : ภาคเรียน

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
1	จำนวนนับและการบวก การลบ การคูณ การหาร	1. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคน ของจำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้ (ค 1.2 ป.6/2) 2. บอกค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มหลักต่างๆ ของจำนวนนับ และนำไปใช้ได้ (ค 1.3 ป.6/1) 3. ใช้สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ และสมบัติการแจกแจงในการคิดคำนวณ (ค 1.4 ป. 6/1) 4. แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป (ค. 4.1 ป. 6/3)	18
2	สมการและการแก้สมการ	เขียนสมการจากสถานการณ์หรือปัญหาและแก้สมการพร้อมทั้งตรวจคำตอบ (ค 4.2 ป. 6/1)	5
3	ตัวประกอบของจำนวนนับ	1. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบและสร้างโจทย์เกี่ยวกับจำนวนนับได้ (ค 1.2 ป. 6/2) 2. หา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับ (ค 1.4 ป. 6/2)	8
4	เส้นขนาน	บอกได้ว่าเส้นตรงคู่ใดขนานกัน (ค 3.1 ป. 6/3)	4
5	เศษส่วนและการบวก การลบ การคูณ การหาร	1. เปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนและทศนิยม สามตำแหน่ง (ค 1.1 ป. 6/2)	10

ตาราง 1 (ต่อ)

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
5		<p>2. บวก ลบ คูณ หาร และ บวก ลบ คูณ หารระคน ของเศษส่วน จำนวนคละ และทศนิยม พร้อมทั้ง ตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ (ค 1.2 ป. 6/1)</p> <p>3. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละพร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้ (ค 1.2 ป. 6/2)</p>	20
6	<p>ทศนิยม การบวก การลบ และการ คูณทศนิยม</p>	<p>1. เขียนและอ่านทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง (ค 1.1 ป. 6/1)</p> <p>2. เปรียบเทียบและเรียงลำดับ เศษส่วนและทศนิยม ไม่เกินสาม ตำแหน่ง (ค 1.1 ป. 6/2)</p> <p>3. เขียนทศนิยมในรูปเศษส่วนและเขียนเศษส่วน ในรูปทศนิยม (ค 1.1 ป. 6/3)</p> <p>4. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคน ของเศษส่วน จำนวนคละและทศนิยม พร้อมทั้ง ตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ (ค 1.2 ป. 6/1)</p> <p>5. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบและสร้างโจทย์ เกี่ยวกับจำนวนนับได้ (ค 1.2 ป. 6/2)</p> <p>6. บอกค่าประมาณของทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง (ค 1.3 ป. 6/2)</p>	16

ตาราง 1 (ต่อ)

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
7	การหารทศนิยม	<p>1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคน ของเศษส่วน จำนวนคละ และทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ (ค 1.2 ป. 6/1)</p> <p>2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและสร้างโจทย์เกี่ยวกับจำนวนนับได้ (ค 1.2 ป. 6/2)</p> <p>3. บอกค่าประมาณของทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง (ค 1.3 ป. 6/2)</p>	14
8	ทิศและแผนผัง	<p>1. อธิบายเส้นทางหรือบอกตำแหน่งของสิ่งต่างๆ โดยระบุทิศทางและระยะทางจริง จากรูปภาพ แผนที่ และแผนผัง (ค 2.1 ป. 6/1)</p> <p>2. เขียนแผนผังแสดงตำแหน่งของสิ่งต่างๆ และ แผนผังแสดงเส้นทางเดินทาง (ค 2.2 ป. 6/1)</p>	12
9	รูปสี่เหลี่ยม	<p>1. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม (ค 2.1 ป. 6/2)</p> <p>2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม (ค 2.2 ป. 6/1)</p> <p>3. บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติ ที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ (ค 3.1 ป. 6/1)</p> <p>4. สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ (ค 3.2 ป. 6/2)</p>	18
10	รูปวงกลม	<p>1. หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม (ค 2.1 ป.6/3)</p> <p>2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม (ค 2.2 ป.6/1)</p>	8

ตาราง 1 (ต่อ)

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
11	บทประยุกต์	3. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้ (ค 1.2 ป. 6/2)	8
12	รูปเรขาคณิตสามมิติ	1. บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ (ค 3.1 ป. 6/1) 2. ประดิษฐ์ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม และพีระมิด จากรูปคี่หรือรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้ (ค 3.2 ป. 6/1)	8
13	สถิติและความน่าจะเป็น	1. อ่านข้อมูลจากกราฟเส้นและแผนภูมิรูปวงกลม (ค 5.1 ป. 6/1) 2. เขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบและกราฟเส้น (ค 5.1 ป. 6/2) 3. อธิบายเหตุการณ์โดยใช้คำที่มีความหมาย เช่นเดียวกับคำว่า → เกิดขึ้นอย่างแน่นอน → อาจเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้ → ไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน (ค 5.1 ป. 6/1)	13
รวม			156
ประเมินผลการเรียนรู้			4
รวมตลอดทั้งปี			160

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลัก ทั้งหมด 6 สาระ 14 มาตรฐาน โดยผู้วิจัย ต้องการพัฒนา จำนวน 2 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา เรื่อง ทศนิยม ใช้เวลา ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจำนวน จำนวน 30 ชั่วโมง

คู่มือการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคู่มือการเรียน ซึ่งผู้วิจัยสรุป เกี่ยวกับคู่มือการเรียน ไว้ดังนี้

1. ความหมายของคู่มือการจัดการเรียนรู้

คู่มือการจัดการเรียนรู้ เดิมครูมักเรียกว่า “แผนการสอน” เนื่องจาก เป็นเอกสารที่ครูจัดเตรียมไว้เป็นเครื่องมือสำหรับ “การสอน” กิจกรรมที่กำหนดไว้ใน แผนการสอน ส่วนใหญ่มักเน้นที่ครูเป็นผู้กระทำ หรือครูบทบาทค่อนข้างมาก แต่เมื่อเข้าสู่ ยุคปฏิรูปการศึกษาได้มีจุดมุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียนตามความสนใจของผู้เรียน ตามความถนัด ตามความสามารถ ตามธรรมชาติตลอดทั้งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง บุคคลเป็นสำคัญในบางสาระการเรียนรู้ ครูและนักเรียนเรียนรู้ไปพร้อมกัน ดังนั้นคำว่า “คู่มือการจัดการเรียนรู้” จึงให้ความหมายได้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะ ดังกล่าวได้ศึกษา และมีผู้ให้ความหมายถึงแผนการสอน หรือคู่มือการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2550, หน้า 297) คู่มือการจัดการเรียนรู้ คือการนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำแผนการสอนตลอดภาคเรียนมาสร้าง เป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอน และการวัดผล ประเมินผล โดยจัดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อยๆ ให้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพของผู้เรียนความพร้อมของโรงเรียนในด้าน วัสดุอุปกรณ์และตรงกับชีวิตจริงในโรงเรียน

สุวิทย์ มูลคำ (2549, หน้า 58) คู่มือการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการ เตรียมการสอนหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้ เป็นลายลักษณ์อักษรโดยมีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

เนาวรัตน์ จันทร์วิวัฒน์ (2551, หน้า 19) คู่มือการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นจากคู่มือครูทำให้ทราบว่าจะสอนเนื้อหาใด อย่างไร ใช้สื่อการเรียนอย่างไรมีการประเมินอย่างไร

จรัญญา ปะวะภูชะโก (2553, หน้า 28) คู่มือการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อการปฏิบัติการสอนในวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ โดยกำหนดสาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งการใช้สื่อและการวัดผลประเมินผล แผนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดมุ่งหมาย การเรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553, หน้า 61) ได้ให้ความหมายของคู่มือการจัดการเรียนรู้ คือผลของการเตรียมการวางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบโดยนำสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คำอธิบายรายวิชา และกระบวนการเรียนรู้ โดยเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามศักยภาพของผู้เรียน

สรุปจากความหมายของคู่มือการจัดการเรียน หมายถึง สื่อการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สำหรับครูผู้สอน วางแผนในการสอน ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ รวมทั้งสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ความสำคัญของคู่มือการจัดการเรียนรู้

สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า (2545, หน้า 69-70 ; อ้างถึงใน รุ่งอรุณ ถิ่นวาปี, 2556, หน้า 55-56) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของคู่มือการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ดังนี้

2.1 เป็นการเตรียมความพร้อมของการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า ซึ่งมักจะทำให้มีทิศทางที่ชัดเจนและส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

2.2 ช่วยให้ผู้สอนเลือกเทคนิควิธีสอนที่ดี สื่อ การวัดผลประเมินผล ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2.3 ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวก สบาย และดำเนินการได้อย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพและสะดวกแก่ผู้ที่มีสอนแทน กรณีที่ครูผู้สอนประจำ

รายวิชาไม่สามารถมาทำการสอนได้ ใช้เป็นหลักฐานแสดงการเรียนรู้ เชิงประจักษ์ หากมีข้อบกพร่องสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่าย

2.4 เป็นเอกสารสำคัญในการแสดงความชำนาญการ หรือความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นผลงานทางวิชาการ หรือหลักฐานอ้างอิงเพื่อขอปรับวิทยฐานะหรือส่งผลงานเข้าประกวดเป็นครูดีเด่น ครูแกนนำ ครูแห่งชาติ หรือใช้เป็นหลักฐานแสดงผลงานเพื่อการประเมินพิจารณาความดี ความชอบ

รุ่งอรุณ ถิ่นวาปี (2556, หน้า 56) คู่มือการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญคือ เป็นการเตรียมความพร้อมของการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า ซึ่งมีทิศทางการเรียนที่ชัดเจนและส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้สอนเลือกเทคนิควิธีสอนที่ดี สื่อ การวัดผลประเมินผล ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้และสอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกสบาย และ ดำเนินการได้อย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพและสะดวกแก่ผู้ที่มีสอนแทนกรณีที่ ครูผู้สอนประจำรายวิชา ไม่สามารถมาทำการสอนได้ อีกทั้งเป็นเอกสารสำคัญในการแสดงความชำนาญการ หรือความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

สรุปได้ว่า คู่มือการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญในการช่วยให้ครูเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้สอนเลือกเทคนิควิธีสอนที่ดี สื่อ การวัดผลประเมินผลตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้และสอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์

3. ขั้นตอนการทำคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ขั้นตอนการจัดทำคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญดังต่อไปนี้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2548, หน้า 213-216)

3.1 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อประโยชน์ในการกำหนดหน่วยการเรียนรู้และรายละเอียดของแต่ละหัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้

3.2 วิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชา เพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ เจตคติและค่านิยม

3.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชน และท้องถิ่น รวมทั้งวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน

3.4 วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ (กิจกรรมการเรียนรู้) โดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.5 วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.6 วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ ทั้งในและนอกห้องเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้
ขั้นตอนการจัดทำแผนการเรียนรู้แสดงได้ดังภาพประกอบ 2

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงลำดับการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนรู้

ที่มา : อภรณ์ ใจเที่ยง, 2548, หน้า 216

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดทำคู่มือการเรียนรู้ มีลำดับขั้นตอน คือ วิเคราะห์ คำอธิบายรายวิชา เพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชา เพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ (กิจกรรมการเรียนรู้) โดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล และ วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ เพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ ทั้งในและนอกห้องเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้

4. องค์ประกอบของคู่มือการจัดการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2546, หน้า 21) ได้กำหนดองค์ประกอบของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. สาระสำคัญ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนรู้
5. สื่อ/แหล่งเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล
7. บันทึกผลหลังสอน

รายละเอียดการเขียนแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

1. สาระสำคัญ หมายถึง ข้อความที่เป็นแก่นเนื้อหาสาระ หลักการ ข้อเท็จจริงและแนวคิดต่างๆ ของเนื้อหา สาระในแผนการเรียนรู้นั้น ต้องเขียนให้สรุป กระชับ อาจเป็นความเรียงหรือแยกเป็นข้อๆ ก็ได้ วิธีเขียนต้องเริ่มด้วยส่วนที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของเนื้อหา ก่อน แล้วจึงตามด้วยรายละเอียดที่สำคัญของเรื่อง
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่คาดหวังของผู้เรียน หลังการสอนอาจเขียนแยกเป็นจุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทางก็ได้
3. สาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้รายละเอียดที่เชื่อมโยงกับ สาระสำคัญและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมหรือประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้สอน จัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้การจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจาก

จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแล้วยังต้องคำนึงถึงวิถีจัดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ รวมทั้งทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้วย

5. สื่อ/แหล่งเรียนรู้ หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ และแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ที่ผู้สอนนำมาเป็นเครื่องมือช่วยให้ความรู้แก่นักเรียน

6. การวัดและการประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมิน วิธีการใช้เครื่องมือ และเกณฑ์ที่หลากหลายครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ทั้งนี้ให้วัดตรงตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นด้วยความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือได้ และตรวจสอบได้

7. บันทึกผลหลังการสอน เป็นการบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรบันทึกในประเด็นต่อไปนี้

7.1 ปัญหา/วิธีการแก้ปัญหา

7.2 ข้อเสนอแนะเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ในเวลาปกติ เช่น แบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรืองานที่มอบหมายเพิ่มเติมอาจเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับงานกลุ่ม โดยเน้นทักษะที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนได้อย่างต่อเนื่อง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553, หน้า 61-63) ได้กำหนดองค์ประกอบของคู่มือการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอดหรือหลักการ)
3. สาระการเรียนรู้ (ความรู้ ทักษะ/กระบวนการ คุณลักษณะ

อันพึงประสงค์)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. เนื้อหา
6. สื่อการเรียนการสอน
7. กิจกรรมการเรียนการสอน
8. การวัดผลและประเมินผล
9. กิจกรรมเสนอแนะ
10. บันทึกหลังสอน

รายละเอียดของส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ที่นำมาจัดทำหน่วยการเรียนรู้หรือแผนการจัดการเรียนรู้ต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันได้ ซึ่งอาจมาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกันหรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดบางตัวอาจต้องฝึกซ้ำเพื่อให้เกิดความชำนาญ จึงสามารถอยู่หน่วยการเรียนรู้ได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

2. สาระสำคัญ หมายถึง ข้อความที่เป็นแก่นของเนื้อหาสาระ หลักการข้อเท็จจริงและแนวคิดต่างๆ ของเนื้อหาสาระของแผนการจัดการเรียนรู้

2.1 ต้องเขียนอย่างสรุป กระชับ ไม่กำกวม เพราะไม่ใช่เป็นส่วนที่เป็นรายละเอียด ควรให้คำที่มีความหมายเจาะจง แน่นนอน เช่นคำว่า เป็น ประกอบ หมายถึง เป็นต้น เป็นการขยายเรื่อง

2.2 ควรเขียนความเรียงแต่อาจจะแยกเขียนเป็นข้อๆ ในกรณีที่เนื้อหา มีประเด็นแยกออกจากกันอย่างชัดเจน

2.3 จะเขียนเป็นแบบใดก็ตาม จะต้องเริ่มด้วยส่วนที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของเนื้อหา ก่อน เช่น ให้นิยามแล้วจึงตามด้วยรายละเอียดที่สำคัญของเรื่อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นจุดประสงค์ที่วิเคราะห์มาจากหลักสูตร จุดประสงค์กลุ่มวิชา และคำอธิบายรายวิชาเป็นเป้าหมายที่พึงประสงค์ให้เกิดคุณลักษณะในผู้เรียนที่ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม และการปฏิบัติหลังจากการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้หนึ่งจุดประสงค์แยกออกเป็น จุดประสงค์ปลายทางได้หลายจุดประสงค์ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่นำมาสอน จุดประสงค์การเรียนรู้บางจุดประสงค์ สามารถใช้เป็นจุดประสงค์ปลายทางได้เลย แต่จุดประสงค์การเรียนรู้ส่วนมากจะกว้างและมีเนื้อหามากเกินไป จึงไม่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เสร็จสิ้นใน 1 แผน ดังนั้น จึงต้องนำมาวิเคราะห์เป็นจุดประสงค์ปลายทางเฉพาะแผน

4. เนื้อหา

เนื้อหา หมายถึง รายละเอียด ข้อมูล เนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์ การเรียนรู้ นำทาง เป็นมวลดความรู้ที่เชื่อมโยงให้บรรลุจุดประสงค์ปลายทาง

5. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง เครื่องช่วยสอนให้การจัดการ การเรียนการสอน ในแต่ละจุดประสงค์หรือแต่ละกิจกรรม ชัดเจน รวดเร็ว คล่องตัว และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สื่อที่กำหนดจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือกิจกรรม

6. กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง การจัดสภาพการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหรือประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้สอนจัดให้แก่ผู้เรียน และกิจกรรม ที่ผู้เรียนปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

7. การวัดผลและประเมินผล

การวัดผลและประเมินผล หมายถึง การประมาณราคา หรือ ประมาณค่าของสิ่งต่างๆ เพื่อบอกคุณภาพของสิ่งนั้นๆ เช่น การประเมินการเรียนรู้ของ ผู้เรียน เป็นการบอกคุณภาพว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงไร เพื่อจะได้มี การพัฒนา หรือต้องปรับปรุงแก้ไข ครูอาจต้องใช้เครื่องมือหลายๆ ชนิดเพื่อจะได้ข้อมูล มากเพียงพอที่จะนำมาประกอบการวินิจฉัยได้ เช่น แบบสังเกต แบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ ฯลฯ

8. กิจกรรมเสนอแนะ

กิจกรรมเสนอแนะ คือ กิจกรรมที่ผู้สอนเสนอเพิ่มเติม เมื่อเห็นว่า กิจกรรม การเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ อาจจะไม่สมบูรณ์หรือ เหมาะสม ซึ่งกิจกรรมที่เสนอแนะไว้ภายหลังนี้ อาจจะส่งผลดีพอๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

8.1 เป็นกิจกรรมฝึกเพิ่มพูนความรู้ทักษะ เจตคติ แก่ผู้เรียน

8.2 เป็นกิจกรรมซ่อมหรือเสริม

9. บันทึกหลังสอน

บันทึกหลังสอน หมายถึง ข้อมูลบันทึกสรุปผลการสอน หลังจาก ได้สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว เพื่อประโยชน์ในการประเมินความสำเร็จ และ

ความก้าวหน้าของคุณภาพผู้เรียน เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนของผู้สอน และปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

สรุป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชา คณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบของคู่มือ 11 ขั้นตอน ได้แก่ 1) คำแนะนำในการใช้คู่มือ 2) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด 3) สารระสำคัญ 4) สารระการเรียนรู้ 5) จุดประสงค์ การเรียนรู้ 6) เนื้อหา 7) สื่อการเรียนการสอน 8) กิจกรรมการเรียนการสอน 9) การวัดผล และประเมินผล 10) กิจกรรมเสนอแนะ และ 11) บันทึกหลังสอน

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีหรือแนวคิดปรัชญาที่เน้น การเรียนรู้ด้วยกระทำของตนเอง ซึ่งมีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure or Schema) ที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) จากนั้น แรงจูงใจจะช่วยทำให้นักเรียนพยายามคิดไตร่ตรอง (Reflection) จนสามารถนำไปสู่การ สร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructure) ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ ที่เป็นปัญหา หรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ความรู้ใหม่ที่ี้สามารถเชื่อมโยงกับ ประสบการณ์เดิม เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเอง (Construct) โดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้ (รัตติยา บัวแดง, 2557, หน้า 24-25)

1. แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

แนวคิดของนักปรัชญาตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า ความรู้ เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นภายในจิตจากการพยายามทำความเข้าใจ (Make Sense) หรือสร้างความหมาย (Construct Meaning) กับเหตุการณ์ หรือสารสนเทศต่างๆ โดยอาศัยความรู้เดิม ความเชื่อและความคาดหวังของตนในการแปลความหมายและทำความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เป็นปรัชญา ที่มีข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ไม่สามารถแยกจากความยากรู้ ความรู้ที่ได้มาจากการสร้าง เพื่ออธิบาย

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ของนักเรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยนักเรียนปรับโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเกิดข้อขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

ทฤษฎีการทางเซาร์ปัญญาของเพียเจต์และไวท์ทอลล์ก็เป็นรากฐานสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ทีศนา แชมมณี, 2552, หน้า 428-430) โดยที่เพียเจต์อธิบายว่าพัฒนาการทางเซาร์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซาบหรือดูดซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) และเพียเจต์เชื่อว่าคนทุกคนจะมีการพัฒนาเซาร์ปัญญาไปตามลำดับขั้นจากการมี ปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Equilibration) ของบุคคลนั้น ส่วนไวท์ทอลล์ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมกับสังคมมาก ได้อธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งเป็นวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันทางสังคมต่างๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเซาร์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและพัฒนาเซาร์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษา และทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้าน จะเป็นไปร่วมกัน ทั้งเพียเจต์และไวท์ทอลล์ต่างเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการรู้คิด (Cognitive Process) หรือกระบวนการทางปัญญานักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้คือ อุลริค ไนส์เซอร์ (Ulrich Neisser) ได้ให้นิยามของคำนี้ไว้ว่า “เป็นกระบวนการรู้คิดของสมองในการปรับ

เปลี่ยน ลด ตัดทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่างๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สึก การรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิด และอื่นๆ อีกมาก จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้”

สุมาลี ชัยเจริญ (2549, หน้า 2) แนวคิดนี้มีความเชื่อว่า นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง หากวิธีการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ นั้น และองค์ความรู้ที่นักเรียนได้นั้นจะอยู่กับนักเรียนได้นาน คือ เป็นความรู้ความจำระดับลึก เพราะนักเรียนต้องการการการสังเกต วิเคราะห์ สังเคราะห์ จนสรุปองค์ความรู้ออกมาได้

นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2554, หน้า 5-6) ยังได้เสนอทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการรับรู้โดยการกระทำของตน (Theory of Active Knowing) ซึ่งมีแนวคิดดังนี้

1. ความรู้คือ โครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้น เพื่อคลี่คลายสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ โดยมีการตรวจสอบว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา หรืออธิบายสถานการณ์อื่นๆ ที่อยู่ในการอบโครงสร้างเดียวกันได้

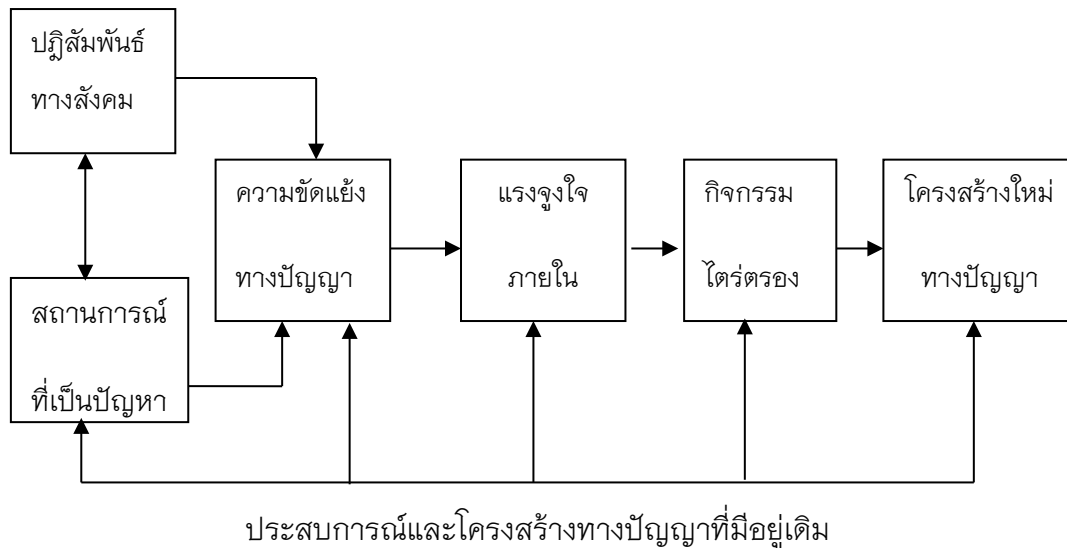
2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3. ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง ภายใต้ข้อสมมติฐานต่อไปนี้

3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict)

3.2 ความขัดแย้งทางปัญญา เป็นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง เพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น

3.3 การไตร่ตรอง (Reflection) บนรากฐานแห่งประสบการณ์ และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมและการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาและโครงสร้างใหม่นี้จะทำหน้าที่เป็น โครงสร้างเดิมสำหรับปัญหาใหม่ต่อไปดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างความรู้ใหม่
ที่มา : อุษา จันทร (2552, หน้า 28)

จากแผนภาพ จะเห็นว่าประเด็นหลักของวงจรการสร้างความรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ คือ ความขัดแย้งทางปัญญา ดังนั้น หน้าที่หน้าที่หลักของครูจึงได้แก่ การหากลวิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา อันเป็นองค์ประกอบหลักในการนำมาซึ่งองค์ประกอบหลักในการนำมาซึ่งองค์ประกอบอื่น ในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน

ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หมายถึง สภาวะสมดุล (Disequilibrium) อันเป็นองค์ประกอบหลักในการเผชิญหน้ากับความไม่สอดคล้องกันของข้อมูลความเหมาะสมเหตุผลความลึกลับ สภาวะที่ตัดสินใจไม่ได้ หรือสภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ไม่สามารถดูดซึมข้อมูลใหม่หรือแก้สถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ตามทฤษฎีนี้เมื่อมีความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นจะส่งผลให้เกิดแรงจูงใจภายในที่จะคิดกิจกรรม การเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบและจัดความขัดแย้งทางปัญญา ตามเกณฑ์ความสอดคล้องต่อไปนี้

เกณฑ์ที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างตนเองกับผู้อื่นในเรื่องเดียวกัน

เกณฑ์ที่ 2 ความสอดคล้องภายในตนเองระหว่างเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

หรือมีโครงสร้างเหมือนกัน

เกณฑ์ที่ 3 ความสอดคล้องระหว่างความเชื่อหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ กับผลจากการทดสอบในเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ ความรู้ที่ผู้เรียนรับรู้ และเข้าใจซึ่งได้จากการแปลความหมายของผู้เรียน ครูไม่สามารถจะถ่ายทอดความรู้จากการสอนโดยตรง แต่เด็กจะค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง การสร้างองค์ความรู้ต้องเรียนรู้จากการอำนวยความสะดวกและจัดเตรียมกิจกรรมให้กับนักเรียน ตลอดจนการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากร่วมกิจกรรม และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาไปเรื่อยๆ ในขณะร่วมกิจกรรม

2. ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สุมาลี ชัยเจริญ (2549, หน้า 12-15) ได้เสนอแนวคิดที่ว่าความรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ความรู้ คือ โครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่โดยมีการตรวจสอบว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกันได้ นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการต่างกันโดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายในเป็นจุดเริ่มต้น ครูมีหน้าที่ให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเองภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ต่อไปนี้ สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict)

2. ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรองเพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น

ชาญณรงค์ วิเศษสิทธิ์ (2551, หน้า 19) ได้เสนอแนวคิดที่ว่าความรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ สิ่งที่ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจซึ่งขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และการแปลความหมายของเขา ครูไม่สามารถจะถ่ายทอดความรู้จากการสอนโดยตรง แต่เด็กจะค้นพบความรู้ด้วยตัวเอง และสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง การสร้างองค์ความรู้ต้องเรียนรู้จากบริบทและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ ต้องเรียนรู้จากการกระทำจริงปฏิบัติจริงจากสถานการณ์จริง ครูมีบทบาทสำคัญในการอำนวยความสะดวกและจัดเตรียมกิจกรรมให้กับนักเรียน ตลอดจนการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากร่วมกิจกรรม และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาไปเรื่อยๆ ในขณะร่วมกิจกรรม

รัตติยา บัวแดง (2557, หน้า 25) กล่าวว่า ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ สิ่ง que ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจซึ่งขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และการแปลความหมายของเขา ครูไม่สามารถจะถ่ายทอดความรู้จากการสอนโดยตรง แต่เด็กจะค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ ความรู้ที่ได้จากการที่ผู้เรียนได้จากการคิดวิเคราะห์ พิจารณาจากปัญหา สถานการณ์ต่างๆ ที่ได้ในการเรียนรู้ แล้วสังเคราะห์ด้วยตนเอง จนเกิดเป็นความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยได้จากการประสบการณ์เดิม และประสบการณ์ใหม่ที่ครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ กิจกรรมนั้นๆ

3. การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สุมาลี ชัยเจริญ (2549, หน้า 27-28) ได้เสนอแนวคิดว่านักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้จากการสนทนากับผู้อื่นและกับตัวเองในกระบวนการของกิจกรรม การสร้างความรู้ร่วมกัน การร่วมมือการทำงาน และการใช้คำถามที่มุ่งวิเคราะห์วิธีการ เช่น คุณสมารถแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นหรือไม่คุณได้แก้ปัญหาอื่นที่คล้ายกับปัญหานี้หรือยัง มาถามกันระหว่างผู้ร่วมงานและถามตัวเองด้วย จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาด้านการดำเนินการได้ในระดับที่เหนือกว่าระดับปกติของนักเรียน และนอกจากนี้การให้นักเรียนได้พูดออกมาถึงความเห็นเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาทำให้ผู้สอนแน่ใจว่านักเรียนกำลังทำการตรวจสอบโครงสร้างทางปัญญาของตนเองอยู่

ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ (2551, หน้า 19) ได้เสนอแนวคิดว่าการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการเรียนรู้ที่บุคคลเรียนรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่าการอาศัยแต่เพียงการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกเท่านั้น และความขัดแย้งทางปัญญา ที่เกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแก้หรืออธิบายด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรองซึ่งนำไปสู่โครงสร้างทางปัญญา ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์เฉพาะอื่นๆ ที่มีอยู่ในกรอบของโครงสร้างปัญญาได้ และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์เฉพาะอื่นๆ ที่อยู่ในการกรอบโครงสร้างนั้นได้ และเป็นพื้นฐานสำหรับโครงสร้างใหม่ต่อไป และผลที่ได้จากการเรียนรู้ คือนักเรียนสามารถสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาจากโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ก่อน และนักเรียนสามารถนำโครงสร้าง

ใหม่ที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งอยู่ในกรอบเดียวกันได้ ซึ่งก็คือความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้นั่นเอง

สรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการเรียนรู้ที่ผล การเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของ ผู้เรียนการเรียนรู้เป็นการสร้างความหมาย โดยผู้เรียนเห็นและได้ยิน อาจจะเป็นหรือไม่เป็น ตามความมุ่งหมายของผู้สอน ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นได้รับผลกระทบอย่างมากจาก ความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ การสร้างความหมายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและผู้เรียนเป็นผู้กระทำกระบวนการนั้นเอง ทำให้เกิดความรู้

5. การเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการเรียนการสอนได้มีผู้เสนอ แนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

ทิตานา แชมมณี (2549, หน้า 94) ได้เสนอแนวทางดังนี้

1. ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ผลของการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่ กระบวนการ สร้างความรู้ (Process of Knowledge Construction) และการตระหนักรู้ ในกระบวนการนั้น (Reflexive Awareness of that Process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมา จากการปฏิบัติงานจริง (Authentic Tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการ เรียนรู้ให้นักเรียนเห็นนักเรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้นักเรียน ได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัวไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมาย ที่หลากหลายการเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหา จริงได้

3. ในการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้ อย่างตื่นตัว (Active Learning) นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบท จริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็น กิจกรรมที่เรียกว่า “Physical Knowledge Activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริง และมีความ สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำนวณ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้น

ความเข้าใจจึงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศ ทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น กล่าวคือนักเรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมซึ่งสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะเพียงลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้ หรือนักเรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้นั้นไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และกับบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้นและหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอนนักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยนักเรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น นักเรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเองตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้ง หรือมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันเลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างกันไปจากเดิม คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องจากการสั่ง (Instruction) ไปเป็นการสร้าง (Construction) คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้นักเรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูคือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของนักเรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนให้คำปรึกษา แนะนำ ทั้งด้านวิชาการและด้านสังคมแก่นักเรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับนักเรียนด้วย

7. ในด้านประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ขึ้นกับความสนใจ และการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผล จึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “Goal Free Evaluation” ซึ่งหมายถึงการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า

“Socially Negotiated Goal” และการประเมินผลควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (Portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนี้การวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรมและงานที่แท้จริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมและงานที่แท้จริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่ต้องจำลองของจริงมาก็สามารถทำได้ แต่กรณีที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความจริง (Real World Criteria)

Drier & Oldham (อ้างถึงใน พิมพ์พัฒน เดชะคุปต์, 2547, หน้า 48)

เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนรับจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียน
2. ขั้นล้วงความคิด (Elicitation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนวิธีการที่ให้นักเรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้นักเรียนออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ ขั้นนี้จะทำให้เกิดการรับรู้ที่ขัดแย้ง (Conflict Cognition)
3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Restructuring of Ideas) ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญของบทเรียนประกอบด้วยขั้นตอนย่อย คือ
 - 3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and Exchange of Ideas) นักเรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นถ้าได้พิจารณาความแตกต่าง และความขัดแย้ง ระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น
 - 3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) นักเรียนจะกำหนดความคิดขึ้นใหม่จากการได้อภิปราย ได้ชมการสาธิต ค้นคว้า ทดลอง ฯลฯ
 - 3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of new Ideas) โดยการทดลองหรือคิดอย่างลึกซึ้ง นักเรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบ (Alternative Ideas) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิด ความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า
 - 3.4 ขั้นทบทวน (Review) นักเรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจของตนเองได้เปลี่ยนไปโดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

รัตติยา บัวแดง (2557, หน้า 28) ได้เสนอแนวทางของการเรียนการสอน ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้นการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง แต่ไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถจัดกระทำศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้น ความเข้าใจจึงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้น จากการได้รับข้อมูลเพียงเท่านั้น และในการเรียน การสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจากการสั่ง ไปเป็นการสร้าง เปลี่ยนจากการให้ความรู้ไปเป็นการให้นักเรียนสร้างความรู้

สรุปได้ว่า แนวทางของการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้นการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้เรียนรู้จากกิจกรรมผ่านกระบวนการคิด จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ และเกิดเป็นความรู้ที่เกิดจากการสร้างความรู้ของผู้เรียน

6. บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2548, หน้า 5-10) การสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ครูควรเปรียบเสมือนผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และมอบหมายอำนาจให้กับนักเรียนในการสร้างความเข้าใจในเนื้อหาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่ควรทำตัวเป็นผู้แนะนำหรือเป็นผู้จัดกิจกรรมของผู้เรียน ซึ่งได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทการสอนของครูไว้ 12 ประเด็น ดังนี้

1. ผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะต้องเป็นผู้ให้กำลังใจและยอมรับความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียน เพราะความเป็นอิสระ และความคิดริเริ่มของผู้เรียนเป็นสาเหตุให้ผู้เรียนได้มีการเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ การที่ผู้เรียนเกิดคำถาม และสามารถตอบคำถามนั้น ได้โดยการวิเคราะห์แสดงว่าผู้เรียนนั้นเป็นผู้มีความรับผิดชอบ

ในการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถกลายเป็นผู้แก้ปัญหาได้ดีเท่ากับการเป็นผู้ค้นพบปัญหา

2. ผู้สอนควรใช้ข้อมูลธรรมชาติและแหล่งข้อมูลที่แท้จริง ประกอบกับความชำนาญการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นั้นเริ่มต้นด้วยการเรียนรู้จากผลของการค้นหาความสัมพันธ์กับปัญหาที่แท้จริง

3. ผู้สอนควรใช้คำพูดที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เช่น ให้จำแนก (Classify) ให้วิเคราะห์ (Analyze) ให้ทำนาย (Predict) การแปลความหมาย (Interpretation) การจัดประเภท (Classification) และการทำนาย (Prediction) เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาต่างๆ

4. ผู้สอนยินยอมให้นักเรียนเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียนเปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนและการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ความสนใจหรือความไม่สนใจในบทเรียนของผู้เรียนนั้นจะส่งผลให้ประเด็นหลักหรือเนื้อหาตามหลักสูตรจะต้องตัดออกไป แต่ความหมายว่าผู้สอนจะนำสิ่งที่ได้จากผู้เรียนในขณะนั้นมาใช้ในบทเรียน การที่ผู้เรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นเกิดขึ้นนั้น เป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากกว่าการเรียนรู้เฉพาะบทเรียน

5. ผู้สอนต้องพยายามเข้าใจโมทัศน์ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจ ก่อนที่จะเริ่มมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และแสดงความเข้าใจของผู้สอนออกมาสภาพการณ์ที่ผู้สอนแสดงความเข้าใจของตนเองมาก่อน การถามความเข้าใจของผู้เรียนจะเป็นการจำกัดความคิดของผู้เรียน ผู้เรียนจะยุติการคิดเพื่อรอคำแนะนำ หรือรอคำตอบที่ถูกต้องจากผู้สอน

6. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับผู้สอนและผู้อื่น แนวทางหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงหรือเป็นแรงเสริมให้นักเรียนได้เกิดความคิดเข้าใจมากขึ้น คือการได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเสนอความคิดของตนเองได้รับฟัง และได้สะท้อนความคิดของผู้อื่น ถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมของตนที่มีอยู่

7. ผู้สอนควรเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้มีการตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้มีการเริ่มต้นในการตอบสนองและมีการตอบสนองบ่อยขึ้น ผู้เรียนได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำไปสู่การสร้าง ความเข้าใจในประเด็นปัญหาและความคิดของตนเอง

8. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตอบคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้คำถามที่ซับซ้อนและใช้คำถามปลายเปิดได้ ถือเป็นการทำงานทลายให้ผู้เรียนได้เสาะแสวงหาไปถึงประเด็นที่ลึกซึ้งและกว้างไกล เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือการปฏิรูปความเข้าใจของตนเอง

9. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้แย้งหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ และกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้แย้ง จะส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาการทางปัญญา

10. ผู้สอนจะต้องให้เวลาหลังจากได้คำถาม หรือตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นในทันที ผู้เรียนในเวลานี้จำเป็นต้องอาศัยเวลา การที่ผู้สอนต้องการคำตอบหรือการตอบสนองจากผู้เรียนส่วนนี้ทันทีจะเป็นการยับยั้งความคิดของผู้เรียน และเป็น การบีบบังคับให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้ดูแลเหตุการณ์

11. ผู้สอนควรให้เวลากับผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์และสร้างสรรค์การเปรียบเทียบ ผู้สอนควรจัดเตรียมสำหรับชั้นเรียนและจัดเวลาที่เหมาะสม สำหรับการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่างๆ ด้วยตนเอง

12. ผู้สอนควรเอาใจใส่ธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน สรุปได้ว่า บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนสร้างความรู้และความรู้ที่ดีที่สุดเกิดจากการที่ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการเรียนการสอนสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมจึงเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการกระทำได้จัดกระทำสื่อรูปธรรม ได้พูดอธิบายมโนคติด้วยตนเอง มีการอภิปรายในกลุ่มย่อย และครูมีบทบาทในการจัดสภาพแวดล้อมพร้อมทั้งใช้เทคนิคในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และสังเกตศึกษาพัฒนาการความคิดหรือความเข้าใจจากการบันทึก การสัมภาษณ์ หรือดูจากผลงานของนักเรียน ซึ่งสามารถสะท้อนถึงผลถึงความสามารถของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนรู้จักการนำความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคลมาใช้ในการนำเสนอต่อกลุ่มเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหาและเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้กับกลุ่ม นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

7. สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

7.1 ความหมายสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สุมาลี ชัยเจริญ (2551, หน้า 250) ได้ให้ความหมายของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ประสานระหว่าง “สื่อ” (Medie) กับ “วิธีการ” (Methods) โดยการนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบร่วมกับสื่อ ซึ่งมีคุณลักษณะของสื่อและระบบสัญลักษณ์ของสื่อที่สนับสนุนการสร้างความรู้ของผู้เรียน

7.2 หลักการพื้นฐานในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สุมาลี ชัยเจริญ (2551, หน้า 251) ได้กล่าวถึงหลักการพื้นฐานในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ว่าเป็นการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในที่นี่ได้นำหลักการที่สำคัญของทั้งสองกลุ่มแนวคิดคือ Cognitive Constructivism และ Socail Constructivism มาใช้ในการออกแบบดังมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. สถานการณ์ปัญหา (Problem Base) มาจากพื้นฐานของ Cognitive Costructivism ของเพียเจต์ เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหา (Problem) ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเรียกว่า เกิดการเสียสมดุลทางปัญญาผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยการดูดซึม (Assimilation) หรือการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง ในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น สถานการณ์ปัญหาจะเป็นเสมือนประตูที่ผู้เรียนจะเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียน โดยสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นอาจมีหลายลักษณะ เช่น

- 1.1 เป็นสถานการณ์ปัญหาเดี่ยวที่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่เรียน

- 1.2 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีหลายระดับ สำหรับระดับมือใหม่(Novice) ระดับผู้เชี่ยวชาญ (Expert) หรือ ง่าย ปานกลาง ยาก เป็นต้น

1.3 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความหลากหลายสภาพบริบท
ที่ผู้เรียนเผชิญในสภาพจริง

1.4 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่เป็นเรื่องราว (Story)

2. แหล่งเรียนรู้ (Resource) เป็นที่รวบรวมข้อมูล เนื้อหา
สารสนเทศที่ผู้เรียนจะใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญ ซึ่งแหล่งเรียนรู้
ในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ นั้นคงไม่ใช่เพียงแต่รวบรวมเนื้อหาเท่านั้น แต่รวมถึงสิ่ง
ต่างๆ ที่ผู้เรียนจะใช้ในการเสาะแสวงหาและค้นพบคำตอบ (Discovery) ดังนั้นผู้เขียนจะขอ
นำเสนอลักษณะของแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ธนาคารความรู้

2.2 แหล่งที่เกี่ยวข้องในการสร้างความรู้ เช่น ชุมชน ภูมิปัญญา
ท้องถิ่น เป็นต้น

2.3 เครื่องมือที่ช่วยในการสร้างความรู้ เช่น อุปกรณ์ใน
การทดลอง

3. ฐานความช่วยเหลือ (Scaffolding) มาจากแนวคิดของ Social
Constructivism ของ Vygotsky ที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal
Development ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่า
Scaffolding ซึ่งฐานความช่วยเหลือจะสนับสนุน ผู้เรียนในการแก้ปัญหา หรือการเรียนรู้
ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ให้สำเร็จด้วยตนเองได้ โดยฐานความ
ช่วยเหลืออาจเป็นคำแนะนำแนวทาง ตลอดจนกลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติ
ภารกิจการเรียนรู้

4. การฝึกสอน (Coaching) มาจากพื้นฐาน Situated Cognition
และ Situated Learning หลักการนี้กลายมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์ ที่ได้เปลี่ยนบทบาทของครูที่ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้ หรือบอก
ความรู้มาเป็น “การฝึกสอน” ที่ให้ความช่วยเหลือ การให้คำแนะนำสำหรับผู้เรียนจะเป็น
การฝึกหัดผู้เรียนโดยการให้ความรู้แก่ผู้เรียนในเชิงการให้การรู้คิดและการสร้างปัญญา
ซึ่งบทบาทของการฝึกสอนมีเงื่อนไขที่สำคัญดังนี้

4.1 เรียนรู้อยู่ในความดูแลของครู หรือนักเรียนจากการสังเกต
ด้วยการฟังและการไต่ถามด้วยความเอาใจใส่

4.2 ควรสอบถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยพยายามจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

4.3 สร้างเส้นทางเป็นเชิงการสืบสวนอย่างมีความหมายต่อนักเรียน และพยายามสนับสนุนให้นักเรียนสร้างเส้นทางแห่งเหตุผล และมีความหมายไปสู่ผู้ฝึกสอน

4.4 ยอมรับในสติปัญญาของนักเรียน และพยายามช่วยแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจ ในการเลือกเส้นทางการตัดสินใจ หรือเลือกวิธีการที่จะปฏิบัติต่อไป

4.5 การร่วมมือกันแก้ปัญหา (Collaboration) เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีส่วนสนับสนุนให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่นเพื่อขยายมุมมองให้แก่ตนเอง การร่วมมือกันแก้ปัญหาจะสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการไตร่ตรอง (Reflective Thinking) เป็นแหล่งที่เปิดโอกาสให้ทั้งผู้เรียน ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ ได้สนทนา แสดงความคิดเห็นของตนเองกับผู้อื่น สำหรับการออกแบบการร่วมมือกันแก้ปัญหา ในขณะที่สร้างความรู้ นอกจากนี้การร่วมมือกันแก้ปัญหายังเป็นส่วนสำคัญในการปรับเปลี่ยนและป้องกันความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Misconception) ที่จะเกิดขึ้นในขณะที่เรียนรู้รวมทั้งการขยายแนวคิด

สรุปได้ว่าการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นั้นเป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่ให้อะไรต่อการเรียนรู้ของนักเรียนโดยได้นำแนวคิด Cognitive Constructivism ของเพียเจต์ และ Social Constructivism ของ Vygotsky มาเป็นพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งสามารถแบ่งได้ 5 องค์ประกอบ คือ 1) สถานการณ์ปัญหา (Problem Base) 2) แหล่งเรียนรู้ (Resource) 3) ฐานความช่วยเหลือ (Scaffolding) 4) การฝึกสอน (Coaching) 5) การร่วมมือกันแก้ปัญหา (Collaboration) การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้นเป็นการเรียนรู้ ที่มุ่งให้นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้ อย่างเต็มตัว นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง แต่ไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

8. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

รูปแบบการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งได้ยึดตามแนวคิดของ
ไพจิตร สะดวกการ (2539, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2549, หน้า 288-291)
ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างความขัดแย้งทางปัญญา
2. ดำเนินกิจกรรมไตร่ตรอง
3. สรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาซึ่งได้นำทั้งสองวิธีการ
มาบูรณาการให้เกิดเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
 - 3.1.1 ชี้นทบทวนความรู้เดิมโดยจัดกิจกรรมเร้าความสนใจ
 - 3.1.2 ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่
เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องที่เรียน
 - 3.1.3 สืบค้นหาคำถามที่นักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
โดยใช้คำถาม เสนอสถานการณ์ปัญหา
 - 3.1.4 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 3.2 ชี้นสอนเนื้อหา
 - 3.2.1 ชี้นสร้างความขัดแย้งของปัญญา โดยเสนอสถานการณ์
ปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาและชีวิตประจำวัน
 - 3.2.2 ชี้นดำเนินกิจกรรมไตร่ตรอง
 - 3.2.3 ชี้นปรับเปลี่ยนแนวคิด
 - 3.2.4 ชี้นสร้างความรู้เพื่อสรุปเป็นโครงสร้างใหม่ทางปัญญา
 - 3.3 ชี้นสรุป
 - 3.3.1 อภิปรายข้อดี-ข้อจำกัดของการแก้ปัญหาด้วยวิธีการ
ต่างๆ ที่ทั้งชั้นให้การยอมรับ
 - 3.3.2 ครูตอบคำถามเมื่อนักเรียนสงสัย ให้ข้อมูลย้อนกลับ
 - 3.3.3 ประเมินความคิดของนักเรียนเพื่อการเปลี่ยนแปลงและ
พัฒนา โดยใช้คำถามสรุปบทเรียน รวบรวมความคิดเห็นของนักเรียน

4. ชั้นฝึกทักษะ และนำไปใช้

- 4.1 ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด ความคิดรวบยอด กระบวนการคิดแก้ปัญหา และหลักการที่ถูกต้องให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- 4.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อความคิดใหม่
- 4.3 สังเกตการณ์ปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล และกลุ่มย่อย
- 4.4 ตรวจสอบการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้น ตรวจสอบแบบฝึกหัด สังเกตการร่วมกิจกรรม
- 4.5 เสนอสถานการณ์ที่หลากหลายจากแบบฝึกทักษะ
- 4.6 ช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย สนับสนุนให้นักเรียนเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ช่วยเหลือและช่วยแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

5. ชั้นประเมินผล

- 5.1 จากแบบบันทึกการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียน
- 5.2 จากการทำใบงาน
- 5.3 จากการสร้างสถานการณ์ปัญหาและการคิดแก้ปัญหา
- 5.4 สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน

ประภัสรา โคตะขุน (2554, หน้า 22-23) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสม์ที่สังเคราะห์ขึ้น มีดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิมและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาใหม่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การสร้างสถานการณ์ ยกตัวอย่าง ใช้เกม ใช้คำถาม ฯลฯ เพื่อเป็นแรงจูงใจในการเรียนเนื้อหาใหม่และเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ครูผู้สอนจะต้องค้นหาและระลึกถึงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพราะถ้านักเรียนสามารถระลึกถึงประสบการณ์เดิมได้มากนักเรียนจะมีข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายได้มาก ดังนั้นนักเรียนจะต้องแสดงออกมาให้ครูผู้สอนเห็นว่าแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใดเพื่อเป็นการทดสอบความคิดรวบยอดความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ หลังจากนั้นครูผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ชั้นสอน

2.1 ชั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ครูผู้สอนเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียนเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมที่ครูผู้สอนเตรียมให้ ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนพยายามสำรวจหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเป็นรายบุคคล โดยใช้คำถามในลักษณะสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้นักเรียนนำความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องที่เคยเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.2 ชั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มย่อย เสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนเองที่อาจเป็นไปได้ต่อกลุ่มย่อย ครูผู้สอนจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดออกมา เพราะการสะท้อนความคิดเป็นการแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด ที่ช่วยให้สมาชิกเห็นแนวทางแก้ปัญหาของคนอื่นมากยิ่งขึ้น โดยใช้สื่อรูปธรรม ทดลองและปฏิบัติให้เห็นจริง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จากนั้นให้เพื่อนๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลจากการได้ปฏิบัติจริง มีการนำวิธีการของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมาลองใช้กับสถานการณ์ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละคนอาจจะมามีวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้นในแต่ละกลุ่มอาจมีวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี เพื่อเสนอต่อทั้งชั้น

2.3 เสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้นเป็นขั้นตอนที่กลุ่มย่อยเสนอแนวทางการแก้ปัญหาและแสดงให้เห็นจริงถึงความสมเหตุสมผล ในขั้นนี้กลุ่มย่อยจะมีส่วนช่วยทำให้ทุกคนมีความพร้อมที่จะนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น พร้อมทั้งตอบข้อซักถามและชี้แจงเหตุผล นักเรียนทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและตรวจสอบถึงความถูกต้องและเหมาะสมในแนวทางการแก้ปัญหาประเมินทางเลือกถึงข้อดีข้อจำกัดของแต่ละทางเลือกและสรุปแนวทางเลือกทั้งหมด เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งครูผู้สอนต้องพร้อมที่จะรับฟังความหลากหลายและการให้เหตุผลที่แปลก ซึ่งอาจจะช่วยให้นักเรียนคนอื่นๆ เกิดความเข้าใจในทศวรรษทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนไม่ควรปฏิเสธคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนควรให้โอกาสนักเรียนที่ตอบคลาดเคลื่อนไปจากความคาดหวังของครูผู้สอน อาจเป็นอีกทางหนึ่งที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และช่วยให้ครูผู้สอนได้มีโอกาสตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและถ้าครูผู้สอนมีวิธีการ

อื่นๆ นอกเหนือจากที่นักเรียนนำเสนอไปแล้วแต่นักเรียนไม่ได้นำเสนอครูผู้สอนสามารถเพิ่มเติมได้อีก

3. ขั้นสรุปนักเรียนร่วมกันสรุปหลักการและกระบวนการแก้ปัญหา ในเรื่อง ที่เรียนและครูผู้สอนช่วยเสริมแนวคิดหลักการความคิดรวบยอดและกระบวนการแก้ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนฝึกทักษะจากใบงานที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นที่มีสถานการณ์ที่หลากหลายหรือที่นักเรียนสร้างสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม นักเรียนเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถอธิบายวิธีแก้ปัญหาของตนเองได้ โดยให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องจากบัตรเฉลย นักเรียนแต่ละคนอาจจะเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งการฝึกทักษะจะช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการจำและเกิดความคล่องแคล่วแม่นยำรวดเร็วและพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ครูผู้สอนจะต้องดูแลและให้ความช่วยเหลือในกรณีที่นักเรียนเกิดความขัดแย้งหาข้อสรุปไม่ได้ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากบทเรียน

5. ขั้นประเมินผล ขั้นนี้จะประเมินผลจากการทำใบงาน จากการทำแบบฝึกหัดในบทเรียนและจากสถานการณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้น นอกจากนั้นครูผู้สอนอาจใช้การสังเกตในการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความรู้ของนักเรียนในเรื่องที่เรียนว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่มากนักเพียงใด เพื่อเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่ยังไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนที่จะทำการสอนเนื้อหาอื่นๆต่อไป

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสอน ประกอบด้วย ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา ขั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย เสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น 3) ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา 4) ขั้นฝึกทักษะ และนำไปใช้ และ 5) ขั้นประเมินผล

การเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ สมองเป็นฐานในตำราบางเล่มมีการเรียกการเรียนรู้แบบนี้ว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หรือการเรียนรู้โดยเน้นการทำงานของสมอง เป็นต้น ดังนั้น จึงไม่แปลกกว่านิยามของการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานนั้นจะมีนักการศึกษาได้ให้ความ จำกัดความไว้หลายความหมาย ดังนี้

1. ความหมายการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน

แสงเดือน คงนาวัง (2550, หน้า 124) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ สมองเป็นฐาน หมายถึงการเรียนรู้ที่ใช้ โครงสร้างและหน้าที่ของสมองเป็นเครื่องมือในการ เรียนรู้โดยไม่สกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้ สมบูรณ์ที่สุดภายใต้แนวคิดที่ว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่จะเรียนรู้ มาตั้งแต่กำเนิด

ชัยเลิศ พิเชิตพรชัย (2550, หน้า 87) ได้ให้คำจำกัดความว่า BBL เป็นการเรียนรู้ของมนุษย์โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับกลไกการทำงานของระบบประสาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมอง และตัวรับความรู้สึกรหัสหรืออวัยวะรับความรู้สึกรหัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกาย ซึ่งทำหน้าที่รับความรู้สึกรหัสจากตัวกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม แล้วไป ประมวลผลที่สมอง ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็น ใจ รวมเป็น อายตนะ หรือแดนต่อ 6 ประการ

อัศรภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา (2550, หน้า 234) การเรียนรู้ โดยเข้าใจสมอง คือ การทำความเข้าใจหรือมีมุมมองต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยอิงอาศัย ความรู้ความเข้าใจจากการทำงานของสมอง ทัศนคติต่อการเรียนรู้ เช่นนี้ทำให้การจัดการ เรียนการสอนวางอยู่บนฐานของความสนใจและการใคร่ครวญว่าปัจจัยใดบ้างที่จะทำให้ สมองมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีวงจรการทำงานของกลุ่มเซลล์และเครือข่ายเซลล์ภายใน สมองที่พัฒนาขึ้น หรือว่าสมองมีปฏิริยาตอบสนองต่อการเรียนการสอนแบบใดอย่างไร มีการเปลี่ยนแปลงใดขึ้นในสมองขณะที่เรียนรู้ และความรู้ ความเข้าใจ และความชำนาญ ของผู้เรียนจะสะท้อนออกมาอย่างไรจากการเปลี่ยนแปลงภายในสมอง การเรียนรู้ จะสัมฤทธิ์ผลหรือไม่ควรจะใช้วิธีใดประเมิน

Joy Paquin (2000, p. 1) ให้คำนิยามว่า BBL คือวิธีการเชิงธรรมชาติ มีการสร้างแรงจูงใจ และสนับสนุน การเรียนการสอนเพื่อมีประสิทธิภาพมากที่สุด และเป็นแนวคิดหนึ่งที่ตั้งอยู่บนคำถามที่ว่าทำอย่างไรเพื่อสมองจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด

Eric Jensen (2000, p. 6) ได้ให้นิยามว่า BBL คือ การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของสมอง เป็นการเรียนรู้ที่ต้องตอบคำถามที่ว่า อะไรบ้างที่ดีต่อสมอง ดังนั้นความหมายจึงเป็นการเรียนรู้ ที่ผสมผสานหรือรวบรวมหลากหลายทักษะความรู้เพื่อนำมาใช้ ในการส่งเสริมการทำงานของสมอง เช่น ความรู้ทางเคมีศาสตร์ ประสาทวิทยา จิตวิทยา สังคมศาสตร์ พันธุ ศาสตร์ชีววิทยาและชีวประสาทวิทยา ซึ่งเป็นการนำความรู้ การทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ ของสมองมาใช้ ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Nicola Call (2003, p. 9) กล่าวว่า BBL คือการเรียนรู้ที่อธิบายการประยุกต์ใช้ ความรู้แนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวกับสมองมาช่วยเด็กให้เกิดการเรียนรู้ที่ถาวรมากที่สุด ถ้ามีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ที่อยู่เบื้องหลังของ BBL ก็สามารถนำความรู้แนวคิด หรือทฤษฎี ที่หลากหลายเหล่านั้นไปใช้เพื่อฝึกหรือส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กได้ สรุปได้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่สอดคล้องวิถีการเรียนรู้หรือการทำงานของสมองทางธรรมชาติ เป็นการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการพัฒนาการของสมองตามวัย และลักษณะการทำงานของสมองซึ่งเป็นการนำความรู้ การทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. หลักการแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้สมองเป็นฐาน (BBL)

2.1 หลักการเรียนรู้ ตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)

วิโรจน์ ลักษณะอดิศร (2550, หน้า 5) ได้ให้หลักการการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ดังนี้

1. สมองเป็นเครื่องประมวลผลที่ทำงานในเชิงขนาน โดยต้องใช้ในการเรียนรู้หลายๆ แนวทาง หลายๆ วิธีการทำให้เด็กมุ่งสนใจในสิ่งกำลังเรียนอยู่
2. การเรียนรู้ต้องอาศัยการทำงานของระบบสรีระทั้งหมด โดยการควบคุมอารมณ์ การสร้างความสนุกสนาน โภชนาการ การออกกำลังกาย การเล่นเพื่อผ่อนคลายมีส่วนร่วมสำคัญต่อการเรียนรู้
3. มนุษย์มีความอยากที่จะค้นหาความหมายแต่กำเนิด การสร้างความท้าทาย การเรียนรู้ด้วยคำถาม

4. การค้นหาความหมายของมนุษย์เป็นกิจกรรมที่เป็นรูปแบบ การเรียนรู้ จะต้องมึรูปแบบ มีระบบ มีความเข้าใจ เน้นการประยุกต์ใช้ หรือยกตัวอย่างจริง หรือตัวอย่างเปรียบเทียบ

5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการทำงานแบบมีรูปแบบ การให้ความสำคัญต่อความรู้สึกมีความเข้าใจว่าเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน

6. สมองประมวลข้อมูลแบบเป็นส่วนย่อยๆ และแบบทั้งหมดพร้อมๆ กันการสร้างควมเข้าใจแบบที่ละส่วนแล้วจะเน้นการเชื่อมโยงของสิ่งที่ เรียนรู้และเชื่อมโยงกับชีวิตเสมอ ให้รู้สึกว่าคุณรู้ที่ได้นั้นมีประโยชน์

7. การเรียนรู้อาศัยทั้งการจดจ่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และการรับรู้ต่อสภาพรอบข้าง สภาพแวดล้อมที่ สอดคล้องเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนรู้ จะทำให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น

8. การเรียนรู้เกิดเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้ต่างๆ ทั้งขณะที่มีสติรับรู้ และขณะไม่มีสติรับรู้อยู่เสมอ การเรียนรู้ที่ดี ควรทึงใจทึงย ะไรให้เด็กได้ไปคิดต่อ

9. เรามีวิธีกับการจดจำอย่างน้อยสองวิธี การจดจำเป็นกระบวนการหนึ่ง ในการเรียนรู้ แต่การจดจำวิธีที่ 1 ก็คือการจดจำโดยมีรูปแบบในการจดจำ และอีกวิธีหนึ่งก็คือ การจูงใจให้เด็กสนุกที่จะจดจำ หรือรับรู้โทษของการจำไม่ได้ การจดจำทำให้เด็กสามารถเรียกความรู้นั้นมาใช้ได้ทันที

10. เราสามารถเข้าใจได้ง่ายและจดจำได้ อย่างแม่นยำ เมื่อสิ่งนั้นหรือทักษะนั้นมีอยู่ในระบบการจดจำแบบธรรมชาติที่ความสัมพันธ์กับตัวเรา การเรียนรู้ดีองสอดคล้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือสิ่งที่มีอยู่จริงในสภาวะแวดล้อม การเรียนนอกสถานที่ การให้เด็กเล่าเรื่องทีพบการใช้สังคมเป็นตัวที่หลักให้เกิดการเรียนรู้

11. การเรียนรู้แบบซับซ้อนจะถูกระตุ้นโดยความท้าทาย และถูกยับยั้งโดยการถูกข่มขู่ การลงโทษ เมื่อนักเรียนทำผิดพลาดจะเป็นการหยุดยั้งการเรียนรู้ ควรให้ออกาสเด็กได้ ลองปฏิบัติ ตามแนวคิดของเขา

12. สมองของแต่ละคนมี ความเฉพาะตัวไม่เหมือนกัน เด็กควรมีทางเลือกในศาสตร์ที่ตองการที่จะเรียนรู้ และได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ พร้อมกับ การปรับปรุงทักษะที่ด้อยให้อยู่ในระดับปกติมาตรฐาน

สุนทร โคตรบรรเทา (2548, หน้า 7) ได้ให้หลักการการเรียนรู้ของผู้เรียน จากสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีโดยใช้สมองเป็นฐานมีดังต่อไปนี้

1. บรรยากาศการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ทำน้่ง สื่อการเรียนรอบข้าง ปัจจัยด้านครู

2. การเรียนรู้แบบองค์รวม หรือการเรียนรู้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับร่างกาย จิตใจ ความรู้สึก ความเชื่อ ปัญหาส่วนตัว และเจตคติ ล้วนมีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ทั้งสิ้น

3. สมองกับการนอนหลับ ความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า ความเครียด ความกังวล หรืออุปสรรคต่างๆ ทำให้เกิดสภาพการเรียนรู้ที่ไม่ดี การนอนหลับสนิทซึ่งเป็นการนอนพักผ่อนโดยไม่มีความคิดใดๆ ทั้งสิ้นเพื่อให้สมองสามารถใช้ระยะเวลาของการเคลื่อนไหวได้อย่างเหมาะสม ทำให้สมองมีเวลาทำความเข้าใจ จัดเตรียมเซลล์สมองใหม่ และประมวลเหตุการณ์ทางอารมณ์ ดังนั้นจึงส่งเสริมให้เด็กได้นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอในเวลากลางคืน

4. การตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ เป้าหมายเป็นสิ่งที่ดี ซึ่งไม่จำเป็นต้องยากเกินไป ในการบรรลุ หรือง่ายเกินไปในการทำงานให้สำเร็จ เป้าหมายต้องเป็นสิ่งที่ทำนายนได้ และบรรลุได้ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นการตั้งเป้าหมายจำเป็นต้องอยู่ในบริบทของระบบความเชื่อและความสามารถของนักเรียนนักศึกษาภายในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยเท่านั้นเป้าหมายจึงจะบรรลุ ได้สำเร็จ

5. อุปสรรคต่อการเรียนรู้ เมื่อสมองรับรู้อาการตกใจ ร่างกายจะมีปฏิกิริยาโต้ตอบได้ โดยอัตโนมัติ ปรัชญาของสมองเช่นนี้เรียกว่าการเปลี่ยนต่ำ เมื่อสมองเปลี่ยนต่ำ จะทำให้ความสามารถในการเรียนรู้ การคิด การวางแผน การแก้ปัญหา การหาข้อมูลข่าวสาร การคิดสร้างสรรค์ และทักษะการตัดสินใจลดต่ำลง

6. โภชนาการกับการเรียนรู้ นักเรียนนักศึกษาต้องได้รับการส่งเสริมให้เอาใจใส่ในการบริโภคอาหารและโภชนาการที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ และความสามารถในการคิดสิ่งที่ต้องการมากที่สุดคือ ออกซิเจนถ้าสมองขาดออกซิเจนแล้ว ตัวถ่ายทอดเซลล์สมองอื่นๆ อาจทำให้การเรียนรู้ และการคิดช้าลงหรือเร็วขึ้นก็ได้ สารไทโรซีนซึ่งปกติพบในอาหารที่มีโปรตีนสูงช่วยกระตุ้น ความตื่นตัวและการทำงานของสมอง อาหารที่อุดมด้วยโปรตีน ได้แก่ ไข่ ปลา หมู ไก่ โยเกิร์ตและเนยแข็ง เป็นต้น

7. ความตั้งใจในการเรียนรู้ การทำให้นักเรียนนักศึกษา

มีความตั้งใจ และคงความตั้งใจไว้เป็นภารกิจที่ทำทนายสำหรับครูอาจารย์ ระดับความตั้งใจ มีขีดจำกัดจากการเปลี่ยนแปลงในด้านอารมณ์ ระดับกรดอะมิโน ฮอโมนและเนื้อหาวิชา ตามปกติช่วงความสนใจของนักเรียนมีช่วงอยู่ระหว่าง 20-25 นาที ระหว่างการเริ่มต้น เสนอเนื้อหากับการจบเสนอเนื้อหา และระหว่างการเสนอแนวคิดสำคัญกับการสั่งงาน พิเศษแก่นักเรียน ดังนั้นครู อาจารย์ต้องมีสิ่งกระตุ้นที่แปลกใหม่ หรือมีความเข้มข้นทางอารมณ์ระดับสูงเพื่อให้ได้ ความตั้งใจของผู้เรียน

8. ระดับความคงทนในการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับวิธีการได้รับข้อมูล ข่าวสาร นั้น ซึ่งระดับอัตราดังต่อไปนี้ การอ่านร้อยละ 10 การได้ยินร้อยละ 20 การเห็น ร้อยละ 30 การฟัง การเห็นร้อยละ 50 การฟัง การเห็น การพูดร้อยละ 70 การฟัง การเห็น การพูด การทำร้อยละ 90

9. การเรียนรู้แบบเน้นและผ่อนคลาย การเรียนรู้จะทำได้ดีที่สุด เมื่อให้นักเรียนนักศึกษามีการเรียนรู้ แบบเน้นหรือมีใจจดจ่อ และการเรียนรู้แบบผ่อนคลาย หรือกระจายทั่วไปสลับไป เช่น มีการคิดเน้นหนัก 10 นาที และคิดกระจาย 2-5 นาที สลับกันไปตลอดช่วงการเรียน เวลาเรียนสูงสุดสำหรับการเรียนรู้ แบบเน้นประมาณ 20-25 นาที แล้วให้เวลาสำหรับการคิดแบบผ่อนคลายหรือคิดทั่วไปอีก 2-5 นาที ในกิจกรรมหรือการประมวลผลข้อมูลทางสมอง จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

10. การเรียนสามขั้นตอนในห้องเรียนโดยทั่วไปปกติครู เป็นผู้ ถ่ายทอด หรือเป็นผู้ให้ข้อมูลข่าวสารแก่นักเรียนนักศึกษาหรือให้ปัจจัยป้อนต่อมาอีกกระยะ หนึ่งทำการทดสอบหรือให้เด็กทบทวนหรือท่องจำ เพื่อวัดความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียน หรือปัจจัยผลผลิต ส่วนสิ่งที่อยู่ระหว่างปัจจัยป้อนกับปัจจัยผลผลิตคือการบูรณาการ ซึ่งโยงความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยป้อน ชีวิตของผู้เรียนถ้าปัจจัยป้อนไม่มีความเกี่ยวข้อง หรือสัมพันธ์กับชีวิตผู้เรียนแล้ว ปัจจัยผลผลิตคงได้น้อยมาก ดังนั้นการเรียนรู้จึงมี 3 ขั้นตอน คือ ปัจจัยป้อนการบูรณาการและปัจจัยผลผลิต

11. การพักตัวในการเรียนรู้ เป็นกระบวนการเพิ่มให้แนวคิด ความรู้ และข้อมูลข่าวสาร มีการชะลอตัวหรือการปล่อยทิ้งไว้ชั่วขณะจนกว่าจะมีการ รู้แจ้งหรือประสบการณ์ “อ้อใช่เลย” ในสิ่งนั้น

12. คุณสมบัติของข้อมูลข่าวสารที่ทำให้จำได้ดีที่สุดผู้เรียนจะจำได้ดีที่สุดถ้าข้อมูลข่าวสารมีคุณสมบัติดังนี้

- 12.1 มีความสัมพันธ์กับประสาทสัมผัส โดยเฉพาะประสาทสัมผัสการเห็น
- 12.2 อยู่ในบริบทของอารมณ์ เช่น อารมณ์ ความรัก อารมณ์ความสุข หรืออารมณ์โศก
- 12.3 มีคุณสมบัติโดดเด่นหรือแตกต่าง
- 12.4 มีความสัมพันธ์อย่างหนักแน่น
- 12.5 มีความจำเป็นต่อการอยู่รอด
- 12.6 มีความสำคัญในทางส่วนตัว
- 12.7 มีการทำซ้ำบ่อย
- 12.8 เป็นสิ่งแรกหรือสิ่งสุดท้ายในเวลาเรียน

สรุปได้ว่าการเรียนรู้ ตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การมองเห็น การฟัง การสัมผัส การชิมรส การดมกลิ่น โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีเมื่อสมองถูกกระตุ้นให้คิด และผู้เรียนมีความสนใจใคร่รู้

3. ลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ของสมอง

พรพิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 119) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ของสมองไว้ดังนี้

1. สมองเกิดมาเพื่อเรียนรู้รักที่จะเรียนรู้และรู้วิธีเรียน
2. เด็กเรียนรู้สิ่งที่ตัวเองฝึกฝนการฝึกทำให้เกิดความผิดพลาด การแก้ไขความผิด บกพร่องการเรียนรู้ จากสิ่งนั้นพยายามทำอีก และทำอีกทำให้เกิดการเรียนรู้ การทำและเรียนรู้ จากความผิดพลาดเป็นส่วนที่จำเป็น และเป็นธรรมชาติของการเรียนรู้
3. เด็กเรียนรู้ สิ่งที่ฝึกปฏิบัติ เพราะเมื่อฝึกหัดสมองสร้างเดนไดรต์ และเชื่อมโยงเข้าด้วยกันนี่คือสิ่งที่ เรียกว่า การเรียนรู้
4. การเรียนรู้ต้องใช้ระยะเวลา เพราะจำเป็นต้องมี เวลาในการที่เดนไดรต์ จะเจริญและเชื่อมโยงกันการใช้เวลาในแต่ละคนไม่เท่ากัน
5. หากเด็กไม่ได้ใช้สมอง ก็จะไม่สูญเสียเซลล์ส่วนนั้นไป เพราะเดนไดรต์และไซแนปส์สามารถสร้างขึ้นโดยการใช้งาน และสูญเสียไปถ้าไม่ได้ใช้งาน

6. อารมณ์มีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ การคิด และการจำของสมอง ความกลัว ไม่แน่ใจ และสงสัยตนเอง ฯลฯ กีดกันสมองจากการเรียน การคิด และจำความเชื่อมั่น ความสนใจ ฯลฯ ช่วยสมองให้เรียนรู้คิด และจดจำได้ดี

7. เด็กทุกคนย่อมเกิดมาเพื่อเรียนรู้ ได้โดยธรรมชาติ เหมือนกัน
สรุปได้ว่า ลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ของสมอง คือ สมองสามารถเรียนรู้ได้ตามวัย เรียนรู้โดยสมองสร้างเดนไดรต์ ซึ่งอารมณ์มีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ โดยความกลัวจะมีผลต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง

4. การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูง

พรพิไล เลิศวิชา และอัศรภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 71-79) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพสูงดังต่อไปนี้

1. เมื่อสมองรับรู้ภาพและเสียงพร้อมกัน ตาของเรามี ตัวรับสัมผัสถึง 70% ของตัวรับทั้งหมดในร่างกายและมันจะส่งสัญญาณนับล้านสัญญาณไปยังศูนย์ประมวลการมองเห็น สำหรับเสียงนั้นเป็นข้อมูลที่อยู่รอบตัวเรา เราสามารถรับข้อมูลเสียงได้ทั้ง 360x360 องศา ไม่ว่าเราจะทำอะไรอยู่สิ่งเกิดว่าเวลาเรานึกถึงเหตุการณ์ ในอดีต เราจะนึกเป็นภาพและเสียง เวลานึกถึงข้างเราก็จะเห็นภาพข้าง และเมื่อมีใครมาบอกว่าอย่านึกถึงภาพข้าง เราก็ยังมองเห็นภาพข้างอยู่ดี ซึ่งเราจะใช้พลังตรงนี้ไปใช้ในการกระตุ้นความสนใจ เพิ่มความเข้าใจ และความสามารถในการจดจำของเด็กได้ ความรู้เรื่องนี้ช่วยให้เราสามารถออกแบบวิธี การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ เช่น การอ่านให้เด็กเล็กฟัง และให้เด็กดู ภาพไปด้วย หรือ การอธิบายเรื่องจำนวนพร้อมทั้งแสดงของจริงให้เห็น เป็นต้น เสียงเป็นคลื่นความถี่ชนิดหนึ่ง ซึ่งสมองรับรู้ ได้โดยประสาหู ถ้าสมองรับรู้เสียงพร้อมกับมองเห็นภาพที่สอดคล้องกัน คลื่นเสียงก็จะไปเปลี่ยนแปลงหรือทำให้เกิดสัญญาณอารมณ์ ซึ่งตามมาด้วยการเพิ่มขึ้นของระดับสารเคมีต่างๆ ในสมองสารเคมีเหล่านี้บางตัวเกี่ยวข้องกับระบบการคิด ความจำในสมอง และมีส่วนทำให้สมองมี ประสิทธิภาพมากขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ เมื่อสมองรับรู้เสียง ตำแหน่งที่รับรู้ภาษาในสมองจะทำงาน เมื่อสมองรับรู้ภาพ ตำแหน่งที่รับรู้ภาษาในสมองจะทำงาน การกระตุ้นสมองสองตำแหน่งพร้อมกันแบบนี้ทำให้การเรียนรู้ มีประสิทธิภาพภาพและเสียง นอกจากนี้จะมีความพิเศษในลักษณะของมันอันเป็นข้อมูลที่ดึงดูดและเข้าสู่สมองได้จำนวนมหาศาลในคราวเดียวกันมากกว่าข้อมูลอื่นๆ แล้วการใช้ภาพจะช่วยในกระบวนการเรียนรู้ ได้มากในการสร้างความเข้าใจระดับนามธรรม

2. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อสร้างแผนภาพความคิด (graphic organizers)

แผนภาพความคิดเป็นการจัดระบบเชื่อมร้อยความคิดของเราที่ จัดกระจายขึ้นมา เป็นระบบ มีจุดตั้งต้นมี บทลงท้ายมีกระบวนการชัดเจน การคิดเป็นแผนภาพทำให้สิ่งที่ จัดกระจายอยู่ถูกจัดระเบียบ ทำให้พัฒนาความคิดขึ้นสู่นามธรรมซับซ้อนได้ แต่ข้อมูล ใหม่ นั้นกลับปรากฏออกมาบนกระดาษ เป็นสิ่งที่ดูคล้ายรูปธรรมใหม่อีกครั้งหนึ่ง เช่น เป็นตาราง เป็นแผนภูมิ เป็นต้น mind map ที่จริงไม่ใช่เทคนิค แต่ mind map ก็คือแผนที่ แห่งความคิดของคนเรา ตัวเทคนิค mind map ที่นิยมใช้กันอยู่เป็นเพียงวิธีการ ส่วนเนื้อหา ของ mind map อยู่ในสมองของเราเอง เด็กและผู้ใหญ่คิดสร้างแผนภาพในสมองได้โดยที่ ยังไม่ได้เรียนวิธีทำ mind map แต่การเรียนรู้วิธีทำ mind map ช่วยให้ทำแผนภาพได้ หลากหลายวิธีขึ้นแผนภาพที่อยู่ในสมองของเราแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่าง ความคิดหรือข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ทั้งหมด การจัดระบบข้อมูลออกมาเป็นแผนภาพ ทำให้ ความคิดและการเรียนรู้ง่ายขึ้น แต่มีประสิทธิภาพมากขึ้น หน้าที่ของแผนภาพเหล่านี้คือ ช่วยเรียบเรียงความคิด คือ ช่วยการคิดช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ ของความคิดในหลาย มิติชัดเจนขึ้น และเป็นการสะท้อนความคิดออกมาเป็นข้อมูล (ภาพ) และสมองก็มองเห็น ภาพแล้วรับรู้ เข้าไปใหม่ อีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการอ่านความคิดของตัวเองจากภายนอก เป็นการย้ำเสริมเสถียรภาพของวงจร ร่างแหเซลล์สมองที่กำลังทำงานคิดอยู่ในขณะนั้น

3. สมองเรียนรู้ได้ ดีเมื่อผ่านการปฏิบัติ การเรียนรู้ โดยการลงมือ ปฏิบัติ เท่ากับใช้ผัสสะรับรู้ข้อมูลทั้งในรูปของภาพ เสียงสัมผัส ทั้งยังประกอบด้วย ประสบการณ์ ของเหตุการณ์ต่างๆ เพียงเท่านี้ก็มั่นใจว่า ส่งเสริมการเชื่อมโยงของร่างแห เซลล์สมองมากกว่าเดิมหลายเท่า ยิ่งใช้วงจรร่างแหเซลล์สมองพร้อมๆ กัน (หลายผัสสะ) มากเท่าใด เสถียรภาพความเชื่อมโยงของวงจรก็เกิดได้เร็วเท่านั้นและยังใช้วงจรเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ระหว่างผัสสะพร้อมกับวงจรความจำเกี่ยวกับเหตุการณ์ ซึ่งเป็นวงจร ความจำหลายมิติ ยิ่งทำให้ความจำในการเรียนรู้ ตกผลึกเร็วขึ้นนอกจากด้านความจำแล้ว การลงมือปฏิบัติ จะช่วยเสริมสร้างการคิดและวิธีคิด ในระหว่างการเรียนรู้วิธีนี้ผู้เรียน ย่อมมี ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นการปฏิสัมพันธ์ ในทางหนึ่ง เป็นการขยายศักยภาพสมอง จากการใช้สมองหนึ่งสมองเป็นสมองหลายสมอง เราอาจได้วิธีคิดหรือได้เห็นการสร้าง ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลในมุมมองการคิดแบบต่างๆ ที่เราไม่เคยได้คิด ได้เห็นในอีกทาง หนึ่งสำหรับเราแต่ละคน ย่อมเป็นการอ่านความคิดตัวเองให้ตัวเองฟัง และเมื่อผู้อื่นแสดง ความคิดเห็นต่อตัวเรา ย่อมเป็นการสะท้อนความคิดของตัวเองให้เราได้ฟังได้รับรู้ จากผู้อื่น

ทั้งสองทางเป็นการบ่อนข้อมูลความคิดของตัวเองเข้าสู่วงจรการรับรู้ ของตัวเรา เป็นวิธีเสริมเสถียรภาพเส้นทางการเดินของวงจรความคิดในสมองที่ เกิดขึ้นนอกจากนี้การเรียนที่มีมือปฏิบัติมักเป็นการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายชัดเจนผู้เรียนจะต้องไปถึงเป้าหมาย ดังนั้นความตั้งใจจะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ ระหว่างกระบวนการเรียนรู้ ตัวอย่างการเรียนที่มีมือปฏิบัติ ได้แก่ในห้องทดลองปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงการต่างๆ การลงสนามในพื้นที่ การลงมือปฏิบัติ การในกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การวัด การตัด การผสม การวาด

4. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อไปอยู่ในเหตุการณ์ ที่คล้ายจริง (สถานการณ์จำลอง) สถานการณ์จำลองที่ยกเป็นตัวอย่างมากที่สุด คือ เทคโนโลยีที่สร้างกลไกตอบสนองเลียนแบบการปฏิบัติงานในประสบการณ์จริง เช่น ห้องจำลองขับเครื่องบิน เป็นต้น อันที่จริงสถานการณ์ จำลองอาจเป็นไปได้อีกหลายแบบ สถานการณ์ จำลองต้องมีลักษณะสำคัญ คือเหตุการณ์ที่เด็กจะเข้าไปอยู่ในเวลานั้นต้องคล้ายจริงที่สุด สถานการณ์ จำลองผ่านการฟัง การอ่านนิทานพร้อมทั้งชี้ภาพให้เด็กเล็กฟังอยู่ในประเภทนี้ ระหว่างที่อ่านนิทานพร้อมชี้ภาพให้เด็กดู เด็กไม่ได้ฟังความหมายของนิทานแต่เด็กจะสร้างจินตนาการไปกับสิ่งที่เห็นและได้ยินเป็นเสมือนว่าเด็กอยู่ในสถานการณ์จำลองจากจินตนาการที่เด็กสร้างขึ้นมานั้น เมื่อสมองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์จำลองขณะอ่าน ตำราคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ที่ออกแบบมาเป็นอย่างดี จะสามารถสร้างความเข้าใจทางนามธรรมได้อย่างลึกซึ้ง สถานการณ์จำลองผ่านการลงมือทำ กระบวนการเรียนรู้ อันนี้ก็คือการเรียนรู้อิงมือปฏิบัติ ได้แก่การจัดฉาก บทบาทสมมุติ เล่นละคร กิจกรรมที่เป็นกิจกรรมในชีวิต การทดลองในห้องปฏิบัติ การจำลองสถานการณ์ต่างๆ เพื่อหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์ จำลองผ่านการบูรณาการการฟังและการดู การชมภาพยนตร์ วิดีทัศน์ที่มีคุณภาพสูง สามารถนำเด็กเข้าสู่สถานการณ์ จำลองที่คล้ายจริงได้ สมองจะตื่นตัวเต็มที่รับรู้เหตุการณ์ ในสถานการณ์ ที่คล้ายจริงที่สุดกระบวนการเรียนรู้ ของสมองจะถูกขับเคลื่อนอย่างมีประสิทธิภาพ ภาพยนตร์เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ เหตุการณ์ประวัติบุคคล สารคดีวิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในจำนวนสถานการณ์จำลอง ที่ช่วยให้เด็กเรียนรู้ได้ดี

5. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อท่องจำ ทำซ้ำ ฝึกทักษะ กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้กลไกเหมือนกันคือ ออกเสียง ท่องจำ ลงมือทำซ้ำๆ เจ้าของสมองได้ยินเสียงตัวเองได้ลงมือและเห็นสิ่งที่ตัวเองทำ สิ่งที่เราปฏิบัติกลายเป็นข้อมูลย้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเองด้วยตัวเอง (Use output from oneself to rein put to self) การทำเช่นนี้จะเสริมเส้นทางการเดินของวงจรเซลล์สมองที่มีอยู่ก่อนให้มีเสถียรภาพขึ้น อันเป็น

เหตุให้จดจำได้และเกิดความชำนาญ การฝึกทำซ้ำๆ ที่เรียกว่า ฝึกฝนทุกชนิดต้องใช้เวลา ถ้าการใช้เวลาเป็นไปอย่างไม่เหมาะสมอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ รวมทั้งโอกาสที่จะได้อยู่ในกระบวนการเรียนรู้อื่นๆ ก็ลดลงไปด้วย เรามักได้ยินอยู่เสมอว่า อย่าสอนให้เด็กท่องจำ การพูดแบบเหมารวมเช่นนี้ความจริงไม่ถูกต้องทั้งหมด เพราะการท่องจำเป็นสิ่งจำเป็นอยู่เหมือนกันในบางสถานการณ์ เช่น การท่องสูตรคูณท่องจำบทกลอน และการท่องจำเป็นวิธีเรียนรู้ของสมองในบางวัย ข้อเสียของการท่องจำอยู่ที่การท่องจำนั้นเป็นการพยายามจำในสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้ดี โดยวิธีอื่นของสมอง

สรุปได้ว่า การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อผู้เรียนเห็นภาพทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าเสียงจึงต้องแบบการเรียนรู้โดยเด็กต้องมองเห็นภาพไปด้วย มีการสร้างแผนภาพความคิด (graphic organizers) แผนภาพความคิดเป็นการจัดระบบเชื่อมโยงร้อยความคิดของเราที่กระจัดกระจายขึ้นมาเป็นระบบ ผู้เรียนได้ปฏิบัติ อยู่ในเหตุการณ์ที่คล้ายจริง และ มีการทำซ้ำ

5. แนวทางการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของสมอง

นักการศึกษาสามารถนำงานวิจัยเรื่องการทำงานของสมอง มาพัฒนากลยุทธ์การสอนโดยอาศัยฐานการเรียนรู้ ของสมอง ซึ่งสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และรักษากระบวนการเรียนรู้ที่อยู่ภายในได้โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้ ของสมอง แล้วนำมาออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของสมองดังนี้

พรพิไล เลิศวิชา และอัศรภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 120-128) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ ของสมองมนุษย์ มีทั้งสิ้น 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่รู้มาก่อนแล้ว หรือ ความรู้เบื้องต้นที่มีอยู่แล้วในสมองเป็นสิ่งสำคัญกล่าวคือ เด็กนำสิ่งใหม่เชื่อมเข้ากับสิ่งที่อยู่ในสมองของเขาเองซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดจากการมีประสบการณ์ มาก่อน ซึ่งเป็นพื้นฐานเพื่อจะให้ได้ความคิดรวบยอดทักษะและความรู้ใหม่ซึ่งประมวลกันขึ้นเป็นเรื่องใหม่ที่จะเรียนรู้
2. การศึกษา ทดลอง และลงมือทำซ้ำๆ ทำให้สมองรู้จักคุ้นเคยกับความคิดรวบยอดทักษะและความรู้ใหม่ที่รับเข้ามานั้น
3. การศึกษา ทดลอง และลงมือทำซ้ำๆ ให้มากยิ่งขึ้นจะทำให้เข้าใจความคิดรวบยอดทักษะ และความรู้ใหม่ได้
4. การทำซ้ำมากขึ้น การอ่านและการฟังบรรยาย ไม่ใช่จุดตั้งต้น แต่เป็นกระบวนการที่จะทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น การอ่านและการฟังบรรยาย

จะสามารถสะท้อนวิเคราะห์ อธิบายเปรียบเทียบความคิดรวบยอดทักษะ และความรู้ของเรื่องที่กำลังเรียนรู้ นี้กับเรื่องอื่นๆ ได้เป็นการเริ่มสู่ระดับการคิดสร้างสรรค์

5. การใช้ความคิดรวบยอดทักษะ และความรู้ไปในการประยุกต์ใช้ในเรื่องต่างๆ ในชีวิตการผสมผสานสิ่งที่รู้เข้ากับเรื่องที่ได้เรียนรู้อื่นๆ นำไปสู่การมีความคิดระดับสูงขึ้น และมีความคิดสร้างสรรค์

6. การขัดเกลาและปรับปรุง ทำให้สามารถควบคุมและเข้าใจความคิดรวบยอด ทักษะและความรู้นั้นได้ดีเยี่ยมยิ่งขึ้น แต่ก็ยังไม่ใช่ว่าจุดสิ้นสุดของการเรียนรู้ หากเป็นเพียงพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ ระดับสูงขึ้นไปจากลำดับขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ ของสมองมนุษย์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการเรียนรู้ของสมองนั้น ไม่ได้เริ่มจากความว่างเปล่า เด็กมีความคิด ความรู้เดิมอยู่แต่มี อยู่อย่างกระจัดกระจาย หรือมากน้อยต่างกันไป รวมถึงอาจผิดหรือถูก และการที่จะให้เด็กเรียนรู้เรื่องต่างๆ ผู้สอนจะต้องทำการจัดระเบียบความรู้เดิม เสริมความเข้าใจ ลึกซึ้งมากขึ้น โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ของสมองมาออกแบบการเรียนรู้ของเด็ก

สรุปได้ว่า แนวทางการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของสมอง คือต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดย การศึกษา ทดลอง ทำซ้ำ การใช้สถานการณ์การคิด โดยเฉพาะการเปิดโอกาสให้มีความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้สมองเกิดการพัฒนาในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

6. ขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานหลายท่าน ดังนี้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2550, หน้า 99-100) จึงได้เสนอกรอบในการจัดกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ครูวางแผนในการสนทนากับนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมให้เข้าใจในสิ่งที่จะเรียน และสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะเรียนได้

2. ขั้นตอนกลางกระบวนการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนตกลงร่วมกันว่านักเรียนจะต้องทำกิจกรรมใดบ้าง อย่างไร และจะมีวิธีวัดและประเมินผลอย่างไร

3. **ขั้นเสนอความรู้ใหม่** เป็นขั้นที่ครูจะต้องเชื่อมโยงประสบการณ์ การต่างๆ มาสร้างองค์ความรู้ใหม่ คือ การสอนหรือการสร้างความคิดรวบยอดให้นักเรียน จนเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียน

4. **ขั้นฝึกทักษะ** เป็นขั้นที่นักเรียนเข้ากลุ่มแล้วร่วมมือกันเรียนรู้ และสร้างผลงานในขั้นนี้คำว่า ฝึกทักษะ หมายถึง การวิจัย การฝึกปฏิบัติการทดลอง การสังเกตจากสิ่งแวดล้อมแหล่งเรียนรู้ต่างๆ การทำแบบฝึกการวาดภาพ และการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ จนประสบผลสำเร็จได้ผลงานออกมา (ผลงานควรชัดเจนน่าสนใจ ไม่ใช่ใส่กระดาษ A4 หรือกระดาษแผ่นเล็กๆ แต่ควรเป็นกระดาษขนาดใหญ่ เช่นกระดาษปอ์ฟูฟ ใช้นำเสนออาจเป็นการเขียนธรรมชาติหรือแผนผังความคิด)

5. **ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้** เป็นขั้นที่ตัวแทนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการจับสลากออกมาเสนอผลงาน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

6. **ขั้นสรุปความรู้** เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้แล้วให้นักเรียนทำใบงานเป็นรายบุคคล แล้วเปลี่ยนกันตรวจโดยครูและนักเรียนร่วมกันเฉลย แล้วให้นักเรียนแต่ละคนปรับปรุงผลงานตนเอง ให้ถูกต้องครูรับทราบแล้วเก็บผลงานไว้ในแฟ้มสะสมงานของตนเอง

7. **ขั้นกิจกรรมเกม** เป็นขั้นที่ครูจัดทำข้อสอบมาให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลโดยไม่ชักถามกัน ส่งเป็นกลุ่มแล้วเปลี่ยนกันตรวจเป็นกลุ่ม โดยครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแล้วให้แต่ละกลุ่มหาค่าคะแนนเฉลี่ย บอกครูบันทึกไว้แล้วประกาศผลกลุ่มใดได้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดเป็นกลุ่มชนะเลิศ

นิราศ จันทรจิตร (2553, pp. 341–344) จึงได้เสนอกรอบในการจัดกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

1. **ขั้นการสร้างความสนใจหรือนำเข้าสู่บทเรียน** กิจกรรมในขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อม สร้างความสนใจหรือแรงจูงใจในการที่จะเรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งอาจมีการตรวจสอบและทบทวนความรู้พื้นฐานของผู้เรียนไปพร้อมด้วยโดยผู้สอนอาจคิดหากิจกรรมมาใช้ประกอบในขั้นนี้เป็นกิจกรรมที่สร้างบรรยากาศในการเรียน ไม่เคร่งเครียดจนเกินไป เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นเร้าให้ผู้เรียนมีความพร้อมในทุกด้านในการเผชิญเหตุการณ์หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่จะตามมาในรูปแบบต่างๆ ในลักษณะที่ง่ายไม่ซับซ้อน และน่าสนใจ ได้แก่ กิจกรรมเกม เพลง เรื่องเล่า การแสดงความคิดเห็น การแสดงบทบาททำทาง การแข่งขัน ปริศนาข้อความ การตอบ คำถาม

การอภิปรายเหตุการณ์เรื่องราวจากสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อภาพเคลื่อนไหวหรือภาพนิ่ง สื่อวีซีดี หรือ สื่อของจริง หรือการตรวจสอบความรู้พื้นฐานด้วยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งเป็นประเด็น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบริบทของเนื้อหาสาระที่จะเรียนรู้ใหม่ ทั้งในรูปแบบของกลุ่มหรือ ผู้เรียนรายบุคคล

2. ช้่นนำเสนอความรู้ใหม่ หรือชั้นการสำรวจความรู้หรือ การเรียนรู้เนื้อหาสาระใหม่จากการนำเสนอของครู จากสื่อการเรียนหรือจากการที่ผู้เรียน ลงมือสำรวจศึกษา ค้นหาคำตอบจากแหล่งความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายน่าสนใจ และไม่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมยากที่ทำความเข้าใจมากเกินไป ซึ่งมีหลักการสำคัญของกิจกรรมในขั้นนี้ คือ จัดให้นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันหรือรายบุคคล รับรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ด้วยประสาทสัมผัสรับรู้ที่หลากหลาย เป็นรูปธรรมมากกว่า รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์และการร่วมมือกันเรียนกับผู้อื่น การจัด ลำดับขั้นตอนของเนื้อหาความรู้ที่เชื่อมโยงต่อเนื่องและมีเหตุผลอธิบายได้ การเรียนรู้จาก สื่อที่น่าสนใจเหมาะกับเนื้อหาในบทเรียน ข้อมูลความรู้ที่จัดให้เรียนควรสอดคล้องกับวิถี ชีวิตจริงของผู้เรียน ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้จึงจำเป็นต้องใช้สื่อ กิจกรรม และวิธี ที่หลากหลาย ผู้เรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติและทำความเข้าใจด้วยตนเองให้มากที่สุด

3. ชั้นการวิเคราะห์และสรุปหรือสร้างความคิดรวบยอด เป็น กิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้รับแต่ยังไม่มีการนำมาจัดระบบ ระเบียบให้เป็นความคิดรวบยอดหรือองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น จึงต้องจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนนำมาสังเคราะห์หรือสรุปเป็นความรู้ความคิดรวบยอดของ บทเรียน ซึ่งอาจใช้แผนภูมิกราฟิกหรือผังความคิดช่วยในการสังเคราะห์และสรุปความรู้ หากมีเวลาพออาจจัดกิจกรรมเริ่มจากนักเรียนแต่ละคนคิดสรุปของตนก่อนแล้วสังเคราะห์ เชื่อมโยงไปยังกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่โดยจัดเป็นกิจกรรมที่ใช้ทักษะการพูดการเขียนและ การคิดควบคู่กันของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความแตกฉานในการแสดงความคิดเห็นรอบด้าน ก่อนนำไปสู่การพิจารณาตัดสินลงความคิดเห็นในข้อมูลความรู้นั้น ในขั้นต่อมา

4. ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้และชั้นการฝึกปฏิบัติ ในกรณีที่การเรียนรู้ ครั้งนั้นมีจุดประสงค์ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย และตัดสินใจหรือ ลงความคิดเห็นในข้อสรุปที่น่าเชื่อถือได้ และเกิดมุมมองทางความคิดที่แตกต่างกัน จึงเห็น ว่ากิจกรรมดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในความรู้ที่มากขึ้น

ประกอบกับเมื่อผู้เรียนได้รับการฝึกปฏิบัติหรือฝึกทักษะอย่างต่อเนื่อง ก็น่าจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณค่าและมีความหมายต่อตนเองมากขึ้นด้วย

5. **ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้** เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนนำความรู้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญใหม่ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับซึ่งผู้เรียนที่มีวุฒิภาวะสูงอาจปรับใช้กิจกรรมประยุกต์ควบคู่กันการขยายหรือการองค์ความรู้ใหม่ เนื่องจากขั้นการขยายความรู้ เป็นขั้นกิจกรรมที่สนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์ความรู้เพิ่มเติมผนวกกับความคิดที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ เพื่อปรับเปลี่ยนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปสู่แนวคิดวิธีการปฏิบัติใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมในลักษณะสร้างสรรค์ เพราะการขยายความรู้ จะมีความซับซ้อนมากกว่าเมื่อพิจารณาในบริบทของการประยุกต์ให้ความรู้

6. **ขั้นการและประเมินผลการเรียน** เป็นกิจการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจครอบคลุมบริบทเนื้อหาเนื้อหาของบทเรียน และทำให้ผู้สอนรับรู้ว่าจุดประสงค์การเรียนรู้หรือตัวชี้วัดนั้นผ่านเกณฑ์ตรวจสอบว่านักเรียนบรรลุหรือยังและบรรลุผลในระดับใด ยังต้องการปรับปรุงเพิ่มเติมในประเด็นใดบ้าง

Jensen (2000, pp. 200–201) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้ แบบใช้สมองเป็นฐานว่ามี 5 ขั้นตอนเรียงลำดับ ดังนี้

1. **Preparation** เป็นการเตรียมสมองสำหรับการเชื่อมโยงการเรียนรู้ ผู้สอนอาจจะให้กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วและสอบถาม ความต้องการของผู้เรียนว่าต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรในหัวข้อนั้นอีกบ้าง

2. **Acquisition** เป็นการเตรียมสมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่สมองจะเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความเป็นจริงอย่างสร้างสรรค์

3. **Elaboration** ผู้เรียนจะเรียนรู้ โดยการใช้ข้อมูลและข้อคิดเห็นเพื่อสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้ และเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด

4. **Memory Formation** สมองจะทำงานภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยดึงข้อมูลจากการเรียนรู้รวมทั้งอารมณ์ และสภาพทางร่างกายของผู้เรียน ในเวลานั้นมาใช้แบบไม่รู้ตัวเป็นไปโดยอัตโนมัติ การสร้างความจำเกิดขึ้นทั้งในขณะที่ผู้เรียนพักผ่อนและนอนหลับ

5. Functional Integration ผู้เรียนจะประยุกต์ข้อมูลเดิมมาใช้กับสถานการณ์ใหม่เช่น ผู้เคยเรียนการซ่อมเครื่องมือ อุปกรณ์ โดยการดูการซ่อมเตาอบที่บ้านพักมาแล้วเขาต้องสามารถประยุกต์ทักษะการซ่อมเตาอบไปซ่อมอุปกรณ์ ชนิดอื่นๆ ได้ด้วย

Nuangchalem and Charnsiritattana (2010, pp. 141-146) ได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความรู้ (Preparation) เป็นขั้นการเตรียมสมองสำหรับการเชื่อมโยงการเรียนรู้โดยผู้สอนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนตกลงร่วมกันว่าจะต้องทำกิจกรรมใดบ้าง และจะมีวิธีวัดและประเมินผลอย่างไร และสำหรับผู้เรียนควรมี ความรู้พื้นฐาน และสามารถตั้งคำถามว่าเรื่องนี้ควรจะรู้อะไรบ้าง เพื่อเตรียมความพร้อมให้เข้าใจในสิ่งที่จะเรียนและสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะเรียนได้ และควรสร้างบรรยากาศในห้องให้มีความรู้สึกผ่อนคลาย เพื่อให้สมองของผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้
2. ขั้นปรับความรู้ (Relaxation) เป็นขั้นการเตรียมสมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่ซึ่งผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ควรใช้เทคนิคการสอนและสื่อที่สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองทั้งสองซีก เพื่อให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล ศึกษาหาความรู้ ด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติจริง และผู้เรียนควรทำจิตใจและร่างกายให้พร้อมกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ฝึกการจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบ สรุปองค์ความรู้ และเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในรูปแบบต่างๆ ที่น่าสนใจ และสามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน
3. ขั้นปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นที่ผู้สอนควรเตรียมประเด็นหรือสถานการณ์ โดยพิจารณาการเชื่อมโยงการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจ การเชื่อมโยง องค์ความรู้ เดิมกับข้อมูลใหม่ว่าเป็นเหตุผลที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสิ่งที่สรุปไปแล้ว และผู้เรียนควรฝึกสร้างคำถาม แสดงความคิดเห็น ระดมพลังสมองบนข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทดลอง สืบค้นข้อมูล และควรมีข้อมูลมาสนับสนุนความคิด ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ โดยการใช้อุปกรณ์และความรู้เดิม เพื่อสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้ และเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด
4. ขั้นอภิปราย (Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนเตรียมข้อมูลที่เป็นจริงและถูกต้อง และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดรวบยอดโดยตัวของผู้เรียนเอง และเปิด

โอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานและร่วมกันแสดงความคิดเห็น และผู้เรียนควรสามารถสรุปการเรียนรู้อย่างมี เหตุผลสามารถอธิบายที่มาของความรู้ได้ สามารถระดมสมอง เพื่อดำเนินกิจกรรมสร้างเป็นผลงานหรือชิ้นงานแล้วนำเสนอผลงาน และแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ ความรู้ซึ่งกันและกัน

5. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Application)** เป็นขั้นที่ ผู้เรียนจะประยุกต์ ข้อมูลเดิมมาใช้กับสถานการณ์ ใหม่โดยผู้สอนควรเตรียมสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายๆ กับ สถานการณ์ เดิมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เช่น ผู้สอนทำข้อสอบมาให้ผู้เรียน ทำเป็นรายบุคคล โดยไม่ปรึกษากันเสร็จแล้วส่งเป็นกลุ่ม แล้วเปลี่ยนกันตรวจเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันเฉลย ให้แต่ละกลุ่มมาหาค่าคะแนนเฉลย และผู้สอนควรคอย ช่วยเหลือให้คำแนะนำ และเสริมแรงใฝ่เรียนรู้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนควรปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจรู้จักเรียนรู้ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถร่วมกันสรุปและอภิปราย เพื่อชี้ให้เห็นว่าผลที่ ได้นี้สามารถแก้ปัญหาในสิ่งที่ ต้องการศึกษาได้

สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ ขั้นตอนการเรียนรู้ของ Nuangchalem and Charmsirirattana (2010, pp. 141–146) ซึ่งแบ่ง ออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นเตรียมความรู้ (Preparation) 2) ขั้นปรับความรู้ (Relaxation) 3) ขั้นปฏิบัติ (Action) 4) ขั้นอภิปราย (Discussion) และ 5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Application)

คู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับ การใช้สมองเป็นฐาน

คู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้สมอง เป็นฐาน เอกสารคู่มือที่ครูผู้สอนใช้ประกอบการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดย บุรณการจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการจัด การเรียนรู้โดยการใช้สมองเป็นฐาน

1. ความหมาย

คู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้ สมองเป็นฐาน หมายถึง สื่อการจัดการเรียนการสอนเพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับครูในการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจซึ่งได้จากการแปลความหมายของผู้เรียน ครูไม่สามารถจะถ่ายทอดความรู้จากการสอนโดยตรง แต่เด็กจะค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง การสร้างองค์ความรู้ต้องเรียนรู้จากการอำนวยความสะดวกและจัดเตรียมกิจกรรมให้กับนักเรียน ตลอดจนการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากร่วมกิจกรรม และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาไปเรื่อยๆ ในขณะที่ร่วมกิจกรรม และการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ หรือการทำงานของสมองทางธรรมชาติ เป็นการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการพัฒนาการของสมองตามวัย และลักษณะการทำงานของสมองซึ่งเป็นการนำความรู้การทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ ของสมองมาใช้ ในการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. องค์ประกอบของคู่มือ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบของคู่มือ 11 ขั้นตอน ได้แก่ 1) คำแนะนำในการใช้คู่มือ 2) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด 3) สารระสำคัญ 4) สารการเรียนรู้ 5) จุดประสงค์การเรียนรู้ 6) เนื้อหา 7) สื่อการเรียนการสอน 8) กิจกรรมการเรียนการสอน 9) การวัดผลและประเมินผล 10) กิจกรรมเสนอแนะ และ 11) บันทึกหลังสอน

2.1 คำแนะนำในการใช้คู่มือ คือ คำชี้แจงครอบคลุมไปถึงวัตถุประสงค์ วิธีการใช้ คำแนะนำ เป็นแนวทางในการใช้คู่มือการจัดการเรียนรู้อตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน สำหรับครู และนักเรียน สำหรับการปฏิบัติกิจกรรมให้สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ที่นำมาจัดทำหน่วยการเรียนรู้หรือแผนการจัดการเรียนรู้ต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันได้ ซึ่งอาจมาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกันหรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดบางตัวอาจต้องฝึกซ้ำเพื่อให้เกิดความชำนาญจึงสามารถอยู่หน่วยการเรียนรู้ได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

2.3 สารสำคัญ หมายถึง ข้อความที่เป็นแก่นของเนื้อหาสาระ หลักการข้อเท็จจริงและแนวคิดต่างๆ ของเนื้อหาสาระของแผนการจัดการเรียนรู้

2.3.1 ต้องเขียนอย่างสรุป กระชับ ไม่กำกวม เพราะไม่ใช่เป็นส่วนที่เป็นรายละเอียด ควรให้คำที่มีความหมายเจาะจง แน่นนอน เช่นคำว่า เป็น ประกอบ หมายถึง เป็นต้น เป็นการขยายเรื่อง

2.3.2 ควรเขียนความเรียงแต่อาจจะแยกเขียนเป็นข้อๆ ในกรณีที่เนื้อหา มีประเด็นแยกออกจากกันอย่างชัดเจน

2.3.3 จะเขียนเป็นแบบใดก็ตาม จะต้องเริ่มด้วยส่วนที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของเนื้อหา ก่อน เช่น ให้นิยามแล้วจึงตามด้วยรายละเอียดที่สำคัญของเรื่อง

2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นจุดประสงค์ที่วิเคราะห์มาจากหลักสูตร จุดประสงค์กลุ่มวิชา และคำอธิบายรายวิชาเป็นเป้าหมายที่พึงประสงค์ให้เกิดคุณลักษณะในผู้เรียนที่ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม และการปฏิบัติหลังจากการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้หนึ่งจุดประสงค์แยกออกเป็น จุดประสงค์ปลายทางได้หลายจุดประสงค์ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่นำมาสอน จุดประสงค์การเรียนรู้บางจุดประสงค์ สามารถใช้เป็นจุดประสงค์ปลายทางได้เลย แต่จุดประสงค์การเรียนรู้ส่วนมากจะกว้างและมีเนื้อหามากเกินไป จึงไม่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เสร็จสิ้นใน 1 แผน ดังนั้น จึงต้องนำมาวิเคราะห์เป็นจุดประสงค์ปลายทางเฉพาะแผน

2.5 เนื้อหา

เนื้อหา หมายถึง รายละเอียด ข้อมูล เนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้นำทาง เป็นมวลความรู้ที่เชื่อมโยงให้บรรลุจุดประสงค์ปลายทาง

2.6 สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง เครื่องช่วยสอนให้การจัดการเรียนการสอน ในแต่ละจุดประสงค์หรือแต่ละกิจกรรม ชัดเจน รวดเร็ว คล่องตัว และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สื่อที่กำหนดจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือกิจกรรม

2.7 กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง การจัดสภาพการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหรือประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้สอนจัดให้แก่ผู้เรียน และกิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน

2.8 การวัดผลและประเมินผล

การวัดผลและประเมินผล หมายถึง การประมาณราคา หรือประมาณค่าของสิ่งต่างๆ เพื่อบอกคุณภาพของสิ่งนั้นๆ เช่น การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการบอกคุณภาพว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงไร เพื่อจะได้มีการพัฒนาหรือต้องปรับปรุงแก้ไข ครูอาจต้องใช้เครื่องมือหลายๆ ชนิดเพื่อจะได้ข้อมูลมากเพียงพอที่จะนำมาประกอบการวินิจฉัยได้ เช่น แบบสังเกต แบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ ฯลฯ

2.9 กิจกรรมเสนอแนะ

2.10 กิจกรรมเสนอแนะ คือ กิจกรรมที่ผู้สอนเสนอเพิ่มเติม เมื่อเห็นว่าการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ อาจจะยังไม่สมบูรณ์หรือเหมาะสม ซึ่งกิจกรรมที่เสนอแนะไว้ภายหลังนี้ อาจจะส่งผลดีพอๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

2.10.1 เป็นกิจกรรมฝึกเพิ่มพูนความรู้ทักษะ เจตคติ แก่ผู้เรียน

2.10.2 เป็นกิจกรรมซ่อมหรือเสริม

2.11 บันทึกลับสอน

บันทึกหลังสอน หมายถึง ข้อมูลบันทึกสรุปผลการสอน หลังจากได้สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว เพื่อประโยชน์ในการประเมินความสำเร็จ และความก้าวหน้า ของคุณภาพผู้เรียน เพื่อปรับปรุงการเรียนของผู้เรียน การสอนของผู้สอน และปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอนใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 ขั้นนำเตรียมความรู้

ขั้นนำเตรียมความรู้การเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิมและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาใหม่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การสร้างสถานการณ์ ยกตัวอย่าง ใช้เกม ใช้คำถาม ฯลฯ เพื่อเป็นแรงจูงใจในการเรียนเนื้อหาใหม่และเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา การเตรียมสมองสำหรับการเชื่อมโยงการเรียนรู้โดยผู้สอน

กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และควรสร้างบรรยากาศในห้องให้มีความรู้สึกผ่อนคลาย เพื่อให้สมองของผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้

3.2 ชั้นปรับความรู้

เป็นชั้นการเตรียมสมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่ซึ่งผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมและความรู้ใหม่ควรใช้เทคนิคการสอนและสื่อที่สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองทั้งสองซีก เพื่อให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล ศึกษาหาความรู้ ด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติจริง และผู้เรียนควรทำจิตใจและร่างกายให้พร้อมกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ฝึกการจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบ สรุปองค์ความรู้ และเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

3.3 ชั้นสอน

ชั้นการเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยใช้เทคนิคการสอน สถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน และสื่อที่สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองทั้งสองซีก เพื่อให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล ศึกษาหาความรู้ ด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติจริง ประกอบด้วย

3.2.1 ชั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา

ครูผู้สอนเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียนเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมที่ครูผู้สอนเตรียมให้ โดยใช้คำถามในลักษณะสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้นักเรียนนำความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องที่เคยเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา

3.2.2 ชั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย

เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มย่อย เสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนเองที่อาจเป็นไปได้ต่อกกลุ่มย่อย ครูผู้สอนจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดออกมา เพราะการสะท้อนความคิดเป็นการแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด ที่ช่วยให้สมาชิกเห็นแนวทางแก้ปัญหาของคนอื่นมากยิ่งขึ้น ทดลองและปฏิบัติให้เห็นจริงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จากนั้นให้เพื่อนๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลจากการได้ปฏิบัติจริง มีการนำวิธีการ

ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมาลองใช้กับสถานการณ์ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละคนอาจจะมีวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้นในแต่ละกลุ่มอาจมีวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี เพื่อเสนอต่อทั้งชั้น

3.2.3 ขั้นนำเสนอทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น

เป็นขั้นตอนที่กลุ่มย่อยเสนอแนวทางการแก้ปัญหาและแสดงให้เห็นจริงถึงความสมเหตุสมผล ในขั้นนี้กลุ่มย่อยจะมีส่วนช่วยทำให้ทุกคนมีความพร้อมที่จะนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น พร้อมทั้งตอบข้อซักถามและชี้แจงเหตุผล นักเรียนทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและตรวจสอบถึงความถูกต้องและเหมาะสมในแนวทางการแก้ปัญหา

3.2.4 ขั้นปฏิบัติ

เป็นขั้นตอนผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยฝึกจากสถานการณ์ แสดงความคิดเห็น ระดมพลังสมองบนข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทดลอง สืบค้นข้อมูล และควรมีข้อมูลมาสนับสนุนความคิด ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ โดยการใช้ข้อมูลและความคิดเห็น เพื่อสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้ และเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด

3.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

ขั้นตอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดรวบยอดโดยตัวของผู้เรียนเอง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานและร่วมกันแสดงความคิดเห็น และผู้เรียนควรสามารถสรุปการเรียนรู้อย่างมี เหตุผลสามารถอธิบายที่มาของความรู้ได้ สามารถระดมสมองเพื่อดำเนินกิจกรรมสร้างเป็นผลงานหรือชิ้นงานแล้วนำเสนอผลงาน และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ซึ่งกันและกัน

3.5 ขั้นฝึกทักษะและนำความรู้ไปใช้

ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยผู้สอนควรเตรียมสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายๆ กับสถานการณ์เดิมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ เช่น ผู้สอนทำข้อสอบมาให้ผู้เรียนทำเป็นรายบุคคล โดยไม่ปรึกษากันเสร็จแล้วส่งเป็นกลุ่ม แล้วเปลี่ยนกันตรวจเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันเฉลย ให้แต่ละกลุ่มมาหาคำคะแนนเฉลย และผู้สอนควรคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ และเสริมแรงใฝ่เรียนรู้แก่ผู้เรียน

ความฉลาดทางอารมณ์

ความฉลาดทางอารมณ์ แปลจากภาษาอังกฤษว่า Emotional Intelligence หรือ Emotional Quotient ในภาษาไทยมีคำที่ใช้เรียกหลายคำ เช่น เซาว์นอารมณ์ ปรีชาเชิงอารมณ์ วุฒิภาวะทางอารมณ์ ในปัจจุบันมีนักจิตวิทยา และนักวิชาการให้ความสนใจเกี่ยวกับความฉลาดทางอารมณ์เป็นอันมาก อันเนื่องมาจากมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันนั่นเอง

1. ความหมายของความฉลาดทางอารมณ์

ความฉลาดทางอารมณ์ มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

กรมสุขภาพจิต (2544, หน้า 1) ได้ให้ความหมายความฉลาดทางอารมณ์ไว้คือความสามารถทางอารมณ์ ในการดำเนินชีวิตอย่างสร้างสรรค์และมีความสุข

ลักขณา สิริวัฒน์ (2550, หน้า 94) ได้สรุปความหมายของคำว่า ความฉลาดทางอารมณ์ หมายถึง การที่บุคคลมีความสามารถหรือศักยภาพทางอารมณ์ ด้วยการควบคุมอารมณ์ของตนเอง มีการรับรู้และเข้าใจผู้อื่น เห็นใจผู้อื่น รู้จักจัดการกับอารมณ์ของตนเองและความเครียดของตนเองจนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น อยู่ร่วมกับผู้อื่น และดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข

ดารา คนขยัน (2553, หน้า 13) กล่าวว่า ความฉลาดทางอารมณ์ หมายถึง ความสามารถรับรู้ เข้าใจและควบคุมพฤติกรรมการแสดงออกทาง กาย วาจา และความรู้สึกอารมณ์ของตน รวมทั้งความสามารถในการรับรู้ความรู้สึกอารมณ์ของบุคคลอื่นและสามารถแสดงออกในสถานการณ์นั้นๆ ได้อย่างเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของบุคคลทั่วไป

ระพีพรรณ ไสยาสน์ (2554, หน้า 44) กล่าวว่า ความฉลาดทางอารมณ์ (Emotional Intelligence) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตระหนักรู้ถึง ความคิด และอารมณ์ของตนเองและผู้อื่นสามารถบริหารจัดการกับอารมณ์ เพื่อให้แสดงพฤติกรรมอย่างเหมาะสม และให้อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขตลอดจนสามารถสร้างแรงจูงใจเองไปสู่เป้าหมายองค์ประกอบของความฉลาดทางอารมณ์

สรุปได้ว่า ความฉลาดทางอารมณ์ หมายถึง สิ่งที่ใช้ให้เห็นถึงความรู้เท่าทันในท่วงที ความเปลี่ยนแปลงในอารมณ์ของตนเองและผู้อื่นที่สามารถประเมินเป็น

ช่วงค่าตัวเลขได้ อารมณ์สามารถช่วยเหลือเกื้อกูลการกระทำของมนุษย์ให้มีเหตุผลมากขึ้น
ผิคน้อยลง รู้จักอารมณ์ของตนเอง แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่อชีวิต

2. องค์ประกอบของความฉลาดทางอารมณ์

Salovey and Mayer (1990, p. 221 อ้างถึงใน ลักษณะ สรีวิวัฒน์, 2550, หน้า 97) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความฉลาดทางอารมณ์ว่าประกอบด้วย

1. ความตระหนักในอารมณ์ของตนเอง ได้แก่ การรับรู้อารมณ์ของตนเองตามความเป็นจริง
2. การบริหารจัดการอารมณ์ตนเองได้อย่างเหมาะสม
3. การสร้างแรงจูงใจให้ตนเอง โดยให้กำลังใจและกระตุ้นตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. การตระหนักรู้อารมณ์ผู้อื่น รู้ถึงความต้องการผู้อื่น เห็นอกเห็นใจผู้อื่น
5. การสร้างและรักษาสัมพันธภาพกับผู้อื่น ได้แก่ การมีทักษะในการจัดการอารมณ์ผู้อื่น มีทักษะทางสังคม และการแก้ไขข้อขัดแย้ง

Bar-on (1992, p. 115 อ้างถึงใน ลักษณะ สรีวิวัฒน์, 2550, หน้า 98) กล่าวว่า ความฉลาดทางอารมณ์ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถภายในตน หมายถึง ความตระหนักรู้จักตน เข้าใจอารมณ์และการกล้าแสดงออก
2. ความสามารถในการปรับตัว ได้แก่ ตรวจสอบความเป็นจริง มีความยืดหยุ่นและการแก้ปัญหา
3. ปัจจัยด้านแรงจูงใจและสภาวะอารมณ์ คือ มองโลกในแง่ดี สามารถสนุกสนานและมีความสุข
4. กลยุทธ์ในการบริหารความเครียด คือ ความอดทนต่อความเครียด และมีการควบคุมตนเอง
5. ทักษะของความเก่ง ได้แก่ การรับรู้เข้าใจความรู้สึกผู้อื่น ความสามารถด้านสัมพันธภาพ และความรับผิดชอบต่อสังคม

Goleman (1995, p. 118 อ้างถึงใน ลักษณะ สรีวิวัฒน์, 2550, หน้า 98) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเชาว์อารมณ์หรือความฉลาดทางอารมณ์ดังนี้

1. สมรรถนะส่วนบุคคล ได้แก่ การบริหารจัดการตนเอง
2. การตระหนักรู้ตนเอง หมายถึง การรู้เท่าทันอารมณ์ ประเมินตนเอง และมั่นใจในคุณค่าของตนเอง
3. การควบคุมตนเอง สมรรถนะทางสังคม หรือการสร้างและรักษาความสัมพันธ์

3.1 การรู้จักเอาใจเขามาใส่ใจเรา โดยตระหนักรู้ถึงความรู้สึกและความต้องการของผู้อื่น และมีความห่วงใย

3.2 ทักษะทางสังคมโดยมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงผู้อื่นเพื่อให้เกิดความร่วมมือ และการสร้างสายสัมพันธ์

กรมสุขภาพจิต (2544, หน้า 2-3 อ้างถึงใน รุ่งอรุณ ถิ่นวาปี, 2556, หน้า 88) ได้เสนอองค์ประกอบของความฉลาดทางอารมณ์ไว้ 3 ด้านคือ ความดี ความเก่งและความสุข ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

1. ดี หมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์และความต้องการของตนเอง รู้จักเห็นใจผู้อื่น และมีความรับผิดชอบต่อส่วนรวม ประกอบด้วยความสามารถ ดังนี้

1.1 มีความสามารถในการควบคุมอารมณ์และความต้องการของตนเอง

1.1.1 รู้อารมณ์และความต้องการของตนเอง

1.1.2 ควบคุมอารมณ์และความต้องการได้

1.1.3 แสดงออกอย่างเหมาะสม

1.2 มีความสามารถในการเห็นใจผู้อื่น

1.2.1 ใส่ใจผู้อื่น

1.2.2 เข้าใจและยอมรับผู้อื่น

1.2.3 แสดงความเห็นใจอย่างเหมาะสม

1.3 มีความสามารถในการความรับผิดชอบ

1.3.1 รู้จักการให้ รู้จักการรับ

1.3.2 รู้จักรับผิด รู้จักให้อภัย

1.3.3 เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม

2. เก่ง หมายถึง ความสามารถในการรู้จักตนเอง มีแรงจูงใจสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาและแสดงออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น ประกอบด้วยความสามารถ ดังนี้

2.1 มีความสามารถในการรู้จักและสร้างแรงจูงใจให้ตนเอง

2.1.1 รู้จักศักยภาพของตนเอง

2.1.2 สร้างขวัญและกำลังใจให้ตนเองได้

2.1.3 มีความมุ่งหมายที่จะไปถึงเป้าหมาย

2.2 มีความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

2.2.1 รับรู้และเข้าใจปัญหา

2.2.2 มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.2.3 มีความยืดหยุ่น

2.3 มีความสามารถในการมีสัมพันธภาพกับผู้อื่น

2.3.1 รู้จักการสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น

2.3.2 กล้าแสดงออกอย่างเหมาะสม

2.3.3 แสดงความเห็นที่ขัดแย้งได้อย่างสร้างสรรค์

3. สุข หมายถึง ความสามารถในการดำเนินชีวิตอย่างมีความสุข มีความภาคภูมิใจในตนเอง พอใจในชีวิตและมีความสุขสงบสุขทางใจ ประกอบด้วยความสามารถ ดังนี้

3.1 ภูมิใจในตนเอง

3.1.1 เห็นคุณค่าตนเอง

3.1.2 เชื่อมั่นในตนเอง

3.2 พึงพอใจในชีวิต

3.2.1 รู้จักมองโลกในแง่ดี

3.2.2 มีอารมณ์ขัน

3.2.3 พอใจในสิ่งที่ตนมีอยู่

3.3 มีความสงบทางใจ

3.3.1 มีกิจกรรมที่เสริมสร้างความสุข

3.3.2 รู้จักผ่อนคลาย

3.3.3 มีความสงบทางจิตใจ

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ยึดแนวคิดของ กระทรวงสาธารณสุข, กรมสุขภาพจิต มาเป็นแนวทางในการประเมินความฉลาดทางอารมณ์เนื่องจากกรมสุขภาพจิตได้สรุปและแบ่งองค์ประกอบของความฉลาดทางอารมณ์ไว้ 3 ด้าน คือ ด้านเก่ง ด้านดี และด้านสุข

3. เครื่องมือวัดความฉลาดทางอารมณ์ตามแนวคิดของกรมสุขภาพจิต

แบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์ของ กระทรวงสาธารณสุข, กรมสุขภาพจิต ได้สำรวจความคิดเห็นจากนักวิชาการ กำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบที่ต้องการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านดี หมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์และความต้องการของตนเอง รู้อารมณ์ และความต้องการของตนเอง ควบคุมอารมณ์ และความต้องการได้ แสดงออกอย่างเหมาะสม เห็นใจผู้อื่น ใส่ใจผู้อื่น เข้าใจและยอมรับผู้อื่นแสดงความเห็นใจอย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบ รู้จักให้/รู้จักรับการรับผิดชอบ/การให้อภัยเห็นประโยชน์แก่ส่วนรวม ด้านเก่ง หมายถึง ความสามารถในการรู้จักและมีแรงจูงใจในตนเอง รู้ศักยภาพตนเอง สร้างขวัญและกำลังใจให้ตนเองได้ มีความมุ่งมั่นไปสู่เป้าหมายตัดสินใจและแก้ปัญหา รับรู้และเข้าใจปัญหา มีความยืดหยุ่น มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น กล้าแสดงออกอย่างเหมาะสม แสดงความเห็นขัดแย้งอย่างสร้างสรรค์ ด้านสุข หมายถึง ความสามารถในการดำเนินชีวิตอย่างมีความสุข มีความภูมิใจในตนเอง เห็นคุณค่า เชื้อมั่น ในตนเอง มีความพึงพอใจในชีวิต มองโลกในแง่ดี มีอารมณ์ขัน พพอใจในสิ่งที่ตนมีอยู่ มีกิจกรรมที่เสริมสร้างความสุข รู้จักผ่อนคลาย และมีความสุขสงบทางใจ ทั้งนี้ได้ศึกษาแบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์ของต่างประเทศและของไทยโดยให้ผู้ตอบว่าเห็นด้วยกับข้อความนั้นในระดับใด 4 ช่วงค่า คือ ไม่จริง จริงบางครั้งค่อนข้างจริง จริงมาก และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด นำคะแนนไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติของคะแนนความฉลาดทางอารมณ์ที่กำหนดไว้

สำหรับแบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์ที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์ของวัยรุ่นที่มีอายุ 12-17 ปี ของ กระทรวงสาธารณสุข, กรมสุขภาพจิต (2545, หน้า 29-36) ซึ่งแบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์แบ่งปัจจัยความฉลาดทางอารมณ์เป็น 3 ด้าน คือ ด้านดี ด้านเก่ง และด้านสุข เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ

การคิดวิเคราะห์

ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาและให้นิยามไว้ดังนี้

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549, หน้า 25) ให้ความหมายความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง โดยการตีความ การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันรวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลที่ไม่ขัดแย้งกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เหตุผลที่หนักแน่นน่าเชื่อถือ ทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมิน และตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้องจากนิยามดังกล่าวสรุปได้ว่า ความสามารถ ด้านการคิดวิเคราะห์ (Analysis Ability) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว เนื้อเรื่องหรือสิ่งต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญ สัมพันธ์กันอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการใด

สุวัฒน์ วิวัฒน์านนท์ (2552, หน้า 45) กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์เป็นการใคร่ครวญตรึกตรองอย่างละเอียด รอบคอบ แยกเป็นส่วน ในเรื่องราวหรือสถานการณ์โดยใช้ความรู้ ความคิดในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นไปได้

พนธ์ ธาตุทอง (2554, หน้า 40-44) กล่าวถึง ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

สมชาติ กิจยรรยง (2554, หน้า 109) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

จากความหมายข้างต้น สรุปความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analysis ability) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์

เรื่องราว หรือ เนื้อเรื่องต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมาย หรือความประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อยๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์ เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใดความสามารถในการให้เหตุผลในการจำแนกและอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์หรือเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมซึ่งประกอบด้วยการให้เหตุผลอ้างอิง การระบุข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การแปลความและการประเมินตัดสินข้อโต้แย้ง

2. ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Bloom (Bloom's Taxonomy)

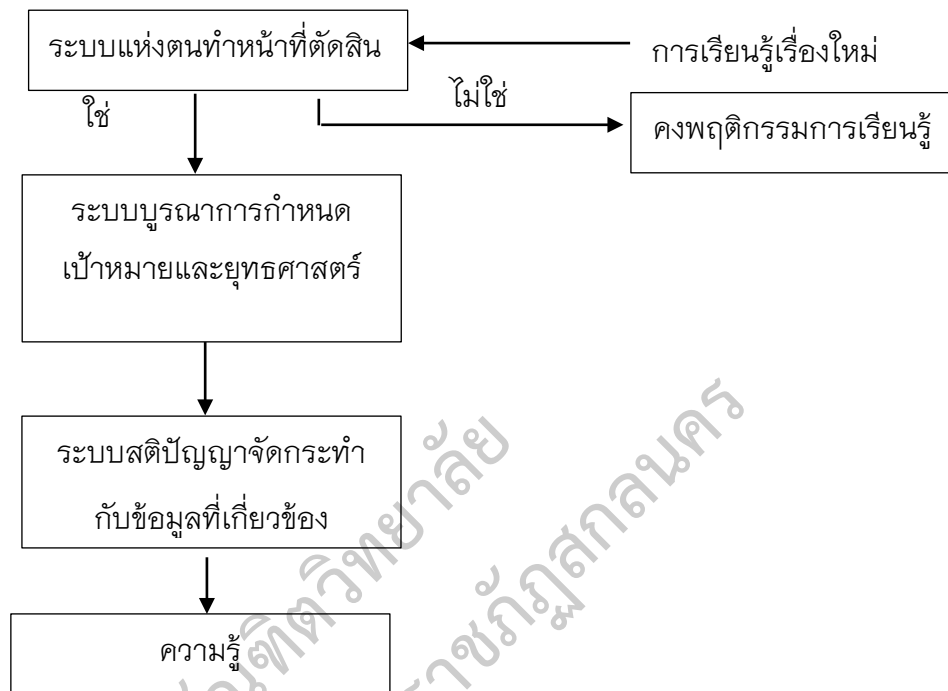
Bloom (1956, pp. 201–207) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการรู้คิด ด้านจิตพิสัยและด้านทักษะพิสัยของบุคคลส่งผลต่อความสามารถทางการคิดที่ Bloom จำแนกไว้เป็น 6 ระดับคำถามในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่ ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำ แยกเป็นความรู้ในเนื้อหา เช่นความรู้ในศัพท์ที่ใช้และความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้ในวิธีดำเนินการเช่นความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภทความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ต่างๆ และความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่องเช่น ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายความ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ แยกเป็น การแปลความ การตีความและการขยายความ ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ หรือ การประยุกต์ ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ แยกเป็น การวิเคราะห์ส่วนประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ แยกเป็น การสังเคราะห์ การสื่อความหมาย การสังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ และระดับที่ 6 ระดับการประเมินค่า แยกเป็นการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก การที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ บุคคลนั้นจะต้องสามารถวิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้ ดังนั้นการจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับใดหรือหลายระดับนั้น ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้ เช่นจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อมูลเศรษฐกิจเสนอในรูปแบบกราฟ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในข้อมูลดังกล่าว อาจต้องผสมผสานข้อมูลความรู้ในลักษณะรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดจำพวก การแปล การตีความการประยุกต์ การวิเคราะห์ส่วนย่อยและความสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจการนำไปใช้ สู่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินผลตาม

จุดมุ่งหมายการศึกษาของ Bloom โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิเคราะห์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ในเชิงสร้างสรรค์เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถในระดับการมีเหตุผลและเป็นการเรียนรู้ที่คงทนของแต่ละบุคคล แม้จะจำรายละเอียดของความรู้ไม่ได้ นักเรียนจึงต้องเรียนวิธีการวิเคราะห์และภายใต้สภาวะใดที่ต้องนำความสามารถด้านการวิเคราะห์มาใช้ ดังนั้นการประเมินเป็นระยะจะนำไปสู่การปรับปรุงทั้ง 3 กระบวนการ คือ กระบวนการสร้างหลักสูตร การสอน และการเรียนรู้ เพื่อพยายามหาวิธีการลดผลกระทบเชิงลบ เพิ่มวิธีการบรรลุวัตถุประสงค์ การศึกษาอย่างมีคุณค่า Bloom และคณะ ได้จัดลำดับความสามารถทางการคิดของบุคคลเป็น 6 ระดับ เริ่มจาก 1) ความรู้ พื้นฐานดั้งเดิมเกี่ยวกับเรื่องนั้น 2) ความเข้าใจข้อเท็จจริงในเรื่องนั้น 3) การนำข้อเท็จจริงนั้นไปแก้ไขปัญหาหรือนำไปใช้ในเรื่องอื่น 4) การวิเคราะห์ ทดสอบข้อเท็จจริงในความสัมพันธ์หรือในสถานการณ์ที่แตกต่าง 5) การสังเคราะห์สิ่งใหม่หรือการสร้างความคิดใหม่ที่อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจในข้อเท็จจริงนั้น และ 6) การประเมินคุณค่าของข้อมูลความคิดหรือผลผลิต จึงเป็นเรื่องที่ดีถ้านักเรียนมีความคาดหวังสูงดีกว่าความคาดหวังต่ำและนำไปปฏิบัติให้เป็นจริง นักเรียนทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการกำหนดวิสัยทัศน์ ภารกิจ เป้าหมาย การตัดสินใจและการแก้ปัญหาาร่วมกัน เพราะในแต่ละระดับ เมื่อนักเรียนเกิดความคล่องตัว จะเกิดการขจัดตัวขึ้นสู่ระดับที่สูงขึ้น นักเรียนจะมีความเชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นและสามารถคิดในระดับสูงได้ในที่สุดความสามารถทางการคิดของบุคคลของ Bloom ในระดับการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดระดับพื้นฐานของนักเรียนสู่ความสามารถทางการคิดในระดับสูง เพราะนักเรียนจะเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆ อย่างชัดเจนผ่านกระบวนการวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการโดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นต่างๆ จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่ และเชื่อมความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปอย่างเป็นหลักการโดยมีเหตุผลรองรับ

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Marzano (Marzano's Taxonomy)

Marzano (2001, pp. 11-12) อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแห่งตน ระบบการบูรณาการ และระบบสติปัญญา ระบบแห่งตนตัดสินการยอมรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อระบบแห่งตนรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ ระบบบูรณาการจะเข้ามาเกี่ยวข้องกับกำหนดยุทธศาสตร์ของการเรียนรู้นั้น โดยการออกแบบกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อการบรรลุเป้าหมายแห่งการเรียนรู้และระบบสติปัญญาจะทำ

หน้าที่จัดกระทำข้อมูลในลักษณะของการวิเคราะห์ดังนั้นปริมาณความรู้ของนักเรียนแต่ละคนจึงมีผลต่อความสำเร็จอย่างสูงในการเรียนรู้เรื่องใหม่ซึ่งความรู้ใหม่สามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้อย่างกว้างขวาง ดังแสดงตามภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

ที่มา : Marzano, 2001, pp. 11-12

จากภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการถ่ายเทของข้อมูลเริ่มจากระบบแห่งตนต่อเนื่องมาที่ระบบบูรณาการ และระบบสติปัญญาและสิ้นสุดที่ความรู้ ระบบแต่ละระบบจะส่งผลสะท้อนต่ออีกระบบที่ตามมาอย่างต่อเนื่อง ถ้าระบบแห่งตนไม่เชื่อว่าการเรียนรู้เรื่องใหม่เป็นเรื่องสำคัญ แรงจูงใจในการเรียนรู้จะต่ำหรือถ้าระบบบูรณาการกำหนดเป้าหมายไม่ชัดเจน การเรียนรู้จะประสบอุปสรรค หรือแม้การกำหนดเป้าหมายชัดเจนและกำกับตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพแต่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลในระบบสติปัญญาปฏิบัติการไม่มีประสิทธิภาพ การเรียนรู้จะไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นระบบทั้ง 3 จึงเป็นระบบที่มีการจัดลำดับถูกต้องในกระบวนการถ่ายเทข้อมูล

Marzano (2001, pp. 30–60) จึงได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (A New Taxonomy of Educational Objectives) ประกอบด้วยความรู้สามประเภทและกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้ ประเภทของความรู้ ได้แก่

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอดข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ สมเหตุและผล เฉพาะเรื่องและหลักการ

2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการ อัดโนมัตินันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้

3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อ จากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้นโดยมีกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรสู่ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้นั้น

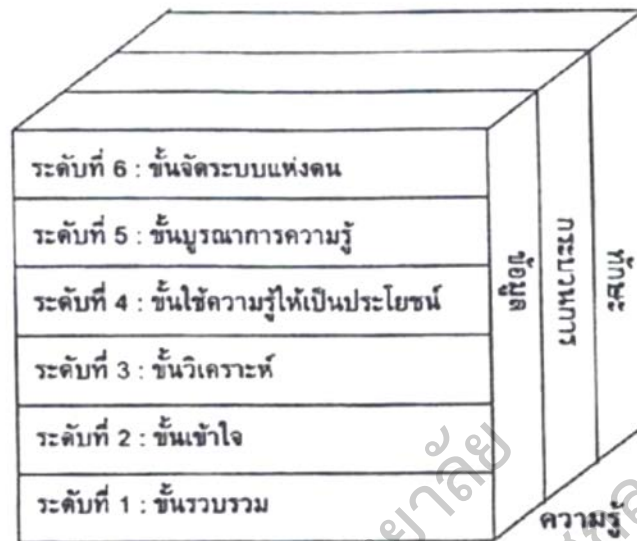
ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้ สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้น โดยเข้าใจประเด็นสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการ การจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐานและการทดลองสมมติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุ เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ชั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อ
ภาวะการณ์เรียนรู้และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนัก
ในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ระดับของกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลตามทฤษฎีการคิดของ Marzano
ที่มา : Marzano, 2001, p. 31

ถ้าสังเคราะห์แนวคิดของ Bloom's Taxonomy และ Marzano's Taxonomy
สามารถเชื่อมโยงเพื่อเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยสรุปเป็น 5 ด้าน
ตามทฤษฎีการคิดของ Marzano เป็นสำคัญ เพราะทฤษฎีการคิดของ Bloom's Taxonomy
เมื่อบูรณาการกับทฤษฎีการคิดของ Marzano's Taxonomy พบว่า 5 ด้านของชั้นการคิด
วิเคราะห์ของ Marzano สอดคล้องกับ 3 หลักการวิเคราะห์ของ Bloom และสามารถนำไป
เป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม (ปรียานุช สถาวรรมณี,
2548, หน้า 27) ดังตาราง 2

ตาราง 2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของ Bloom's Taxonomy และ Marzano's Taxonomy

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Bloom's Taxonomy		ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Marzano's Taxonomy		
1. หลักการวิเคราะห์หน่วยย่อย		1. ด้านการจำแนก		
2. หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์		2. ด้านการจัดหมวดหมู่		
3. หลักการวิเคราะห์หลักการ		3. ด้านการสรุป		
		4. ด้านการประยุกต์		
		5. ด้านการคาดการณ์		
หลักการวิเคราะห์หน่วยย่อย		หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	หลักการวิเคราะห์หลักการ	
ด้านการจำแนก	ด้านการจัดหมวดหมู่	ด้านการสรุป	ด้านการประยุกต์	ด้านการคาดการณ์

ทฤษฎีการคิดของ Bloom และทฤษฎีการคิดของ Marzano ในชั้นการคิดวิเคราะห์สามารถหลอมรวมได้ดังนี้ (ปรียานุช สถาวรมณี, 2548, หน้า 27-28)

1. หลักการวิเคราะห์หน่วยย่อยของ Bloom กับทักษะการคิดด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่ของ Marzano เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ที่มีความเหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นความสามารถในการจัดลำดับ ประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน โดยด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่สามารถพัฒนาด้วยกิจกรรมการสร้างผังมโนทัศน์ กิจกรรมการใช้เทคนิคในการตั้งคำถาม

2. หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ Bloom กับทักษะด้านการสรุปของ Marzano เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่า และข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ โดยด้านการสรุปอย่างมีเหตุผลสามารถพัฒนาด้วยกิจกรรมการทำโครงการกิจกรรมการอภิปราย กิจกรรมระดมสมอง

3. หลักการวิเคราะห์หลักการของ Bloom กับทักษะการคิดด้านประยุกต์และด้านการคาดการณ์ของ Marzano เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ใหม่และในการกะประมาณ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคตได้ โดยด้าน

การประยุกต์และด้านการคาดการณ์สามารถพัฒนาด้วยกิจกรรมการสร้างผังมโนทัศน์ กิจกรรมการใช้เทคนิคในการตั้งคำถามกิจกรรมการทำโครงการ กิจกรรมการอภิปราย กิจกรรมการระดมสมอง กิจกรรมการใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนและธรรมชาติ

สรุปได้ว่า แนวคิดของ Bloom's Taxonomy และ Marzano's Taxonomy สามารถเชื่อมโยงเพื่อเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยสรุปเป็น 5 ด้าน ตามทฤษฎีการคิดของ Marzano เป็นสำคัญ เพราะทฤษฎีการคิดของ Bloom's Taxonomy เมื่อบูรณาการกับทฤษฎีการคิดของ Marzano's Taxonomy พบว่า 5 ด้านของชั้นการคิดวิเคราะห์ของ Marzano สอดคล้องกับ 3 หลักการวิเคราะห์ของ Bloom และสามารถนำไปเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

3. องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

Bloom (1975, pp. 148-150) ได้แบ่งองค์ประกอบของการ คิดวิเคราะห์ เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา ในข้อมูลต่างๆ นั้นอาจประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นความจริง ความคิดเห็นของผู้เขียน หรือค่านิยมซึ่งการคิดวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่างๆ ในข้อมูล
- 1.2 ความสามารถในการแยกแยะความจริงออกจากสมมุติฐาน
- 1.3 ความสามารถในการแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่นๆ
- 1.4 ความสามารถในการบอกถึงสิ่งจูงใจและการพิจารณา

พฤติกรรมของบุคคลและของกลุ่ม

- 1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อความ

ปลีกย่อย

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการเชื่อมต่อกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลัก กับส่วนอื่นๆ เช่น สมมุติฐาน ในการคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์สามารถแยกได้ดังนี้

2.1 ความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิด ในบทความและข้อความต่างๆ

- 2.2 ความสามารถในการระลึกได้ว่าสิ่งใดเกี่ยวข้องกับ การตัดสินใจ

นั้น

2.3 ความสามารถในการแยกความจริง หรือสมมุติฐานที่เป็น
ความสำคัญ หรือข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อสมมุติฐานนั้น

2.4 ความสามารถในการตรวจสอบความเที่ยงของสมมุติฐาน
ที่ได้มา

2.5 ความสามารถในการจำแนกความสัมพันธ์ของ
สาเหตุและผลกระทบจากส่วนอื่นๆ ของความสัมพันธ์

2.6 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้ง แบ่งแยกสิ่งที่
ตรงและไม่ตรงกับข้อมูล

2.7 ความสามารถในการสืบหาความจริงของข้อมูล

2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ และแยกรายละเอียด
ที่สำคัญและไม่สำคัญได้

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์ระบบ หลักการ
โครงสร้างที่เกี่ยวข้องรวมไปถึงความชัดเจน และไม่ชัดเจนของโครงสร้าง ในการวิเคราะห์
หลักการนี้จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์ และมโนทัศน์ ซึ่งการวิเคราะห์หลักการ
สามารถแยกได้ดังนี้

3.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของ
ข้อความ และความหมายขององค์ประกอบต่างๆ

3.2 ความสามารถในการวิเคราะห์รูปแบบการเขียน

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดประสงค์ ความเห็น หรือ
ลักษณะการคิดความรู้สึกที่มีในงานของผู้เขียน

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนในด้านต่างๆ

3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์เทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ

3.6 ความสามารถในการรู้แ่งคิดและทัศนคติของผู้เขียน

บุญชม ศรีสะอาด (2540, หน้า 26-27) ได้จำแนกองค์ประกอบ
การคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการหา
ส่วนประกอบที่สำคัญของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เรียกได้ว่าเป็นการแยกแยะ
หาหัวใจของเรื่อง

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสำคัญของส่วนสำคัญในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่า สัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

พัชรภรณ์ พิมละมาต (2544, หน้า 32) ได้สรุปลักษณะหรือองค์ประกอบในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่

- 1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่างๆ ในข้อมูล
- 1.2 ความสามารถในการแยกแยะข้อเท็จจริงจากข้อมูลอื่นๆ
- 1.3 ความสามารถในการแยกแยะความจริงออกจากสมมุติฐาน
- 1.4 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อความ

ปลีกย่อย

1.5 ความสามารถในการบอกสิ่งที่จูงใจและพิจารณา

พฤติกรรมของบุคคลและของกลุ่มบุคคล

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่

2.1 การเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดในบทความและ

ข้อความต่างๆ

2.2 การรู้ได้ว่ามีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

2.3 การแยกแยะความจริง หรือสมมุติฐานที่เป็นใจความสำคัญ

หรือข้อโต้แย้งที่นำเสนอสนับสนุนข้อสมมุติฐาน

2.4 การตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้มาจากการแบ่งแยก

ความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลจากความสัมพันธ์อื่นๆ

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้ง แบ่งแยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรง

กับข้อมูลได้

2.6 การสร้างความสัมพันธ์ที่และแยกรายละเอียดที่สำคัญและ

ไม่สำคัญ

3. การวิเคราะห์หลักการ ได้แก่

3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความและความหมาย

ขององค์ประกอบ

3.2 การวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน

3.3 การวิเคราะห์จุดประสงค์ของผู้เขียน ความเห็นของผู้เขียน หรือลักษณะของผู้เขียนด้านต่างๆ

3.4 การวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนในด้านต่างๆ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 26-30) ได้แบ่งการคิดวิเคราะห์เป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้นเป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจย่อมแตกต่างกันตามความรู้ ประสบการณ์ ค่านิยมของแต่ละบุคคล และความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ หมายถึง เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์แจ่มแจ้ง และจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อยๆ อะไรบ้าง มีทั้งหมดหมู่จัดลำดับความสัมพันธ์อย่างไรและรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม หมายถึง นักคิดเชิงวิเคราะห์ต้องมีองค์ประกอบทั้ง 3 นี้ร่วมด้วย เพราะจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ ขอบเขตของคำถามจะต้องยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) เพราะเหตุใด (Why) อย่างไร (How)

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีรายละเอียดสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไรจากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่า ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย การสังเกต ความเข้าใจในข้อเท็จจริง การตีความ การหาความสัมพันธ์เชิง

เหตุผล และการแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้รับ ซึ่งทุกองค์ประกอบจะเกี่ยวข้องและเป็นการใช้ทักษะเหล่านี้อย่างต่อเนื่องกัน

กล่าวโดยสรุป ลักษณะและองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

ประกอบด้วย

1. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่ การจำแนกแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและสมมุติฐานแล้วนำมาสรุปความได้
2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่ การเชื่อมโยงข้อมูล ตรวจสอบแนวคิดสำคัญ และความเป็นเหตุเป็นผล แล้วนำมาหาความสัมพันธ์และข้อขัดแย้งในแต่ละสถานการณ์ได้
3. การคิดวิเคราะห์หลักการ ได้แก่ การวิเคราะห์รูปแบบ โครงสร้าง เทคนิควิธีการ และการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด โดยสามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและทัศนคติของผู้เขียนได้

4. แนวคิดและหลักการของการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษา นักคิดและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้แนวคิด และหลักการของกระบวนการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าเป็นทักษะพื้นฐานหรือขั้นตอนหนึ่งของความคิดระดับสูง แต่รายละเอียดของแต่ละท่านก็จะแตกต่างกันไป ไม่ชัดเจนว่าคิดวิเคราะห์อยู่ในขั้นตอนที่เหมือนกันแต่จะมีข้อความที่แสดงถึงการคิดวิเคราะห์ ปรากฏอยู่เช่น การแยกแยะ การจำแนก การจัดระบบข้อมูลการเปรียบเทียบ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ การแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล การหาสาเหตุ การมีเหตุผล ฯลฯ ซึ่งข้อความข้างต้นเป็นลักษณะของการคิดวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ ดังตาราง 3 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2549, หน้า 3-6)

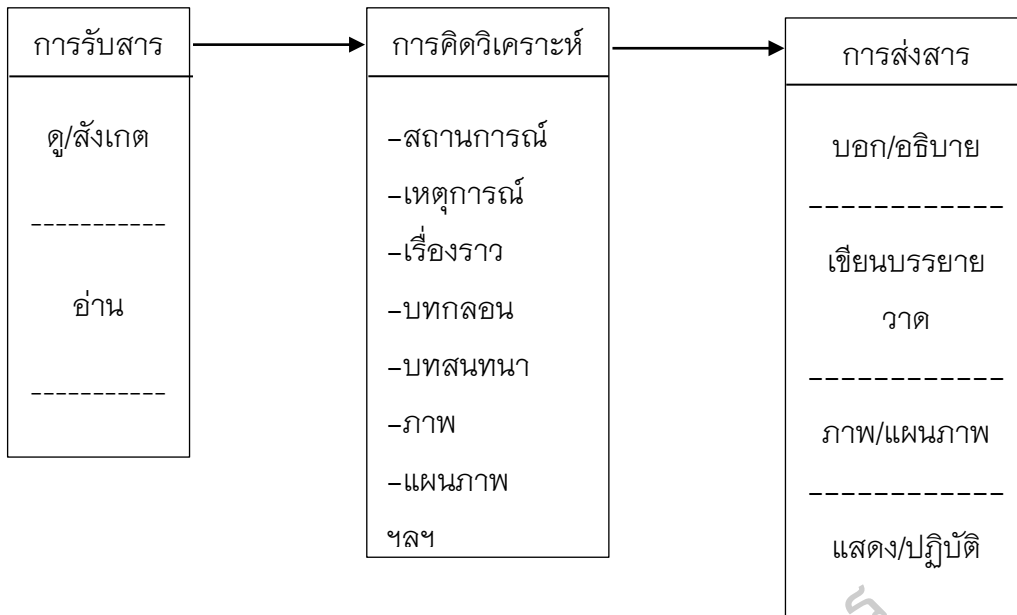
ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดวิเคราะห์กับการคิดระดับสูง

การคิดระดับสูง	การคิดวิเคราะห์
การแก้ปัญหา	ทำความเข้าใจปัญหา หาความสัมพันธ์ ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา เปรียบเทียบทางเลือก ลงมือแก้ปัญหา ตรวจสอบผลการดำเนินงาน
การตัดสินใจ	หาเหตุผล จำแนกข้อมูล เปรียบเทียบทางเลือกเพื่อการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

ตาราง 3 (ต่อ)

การคิดระดับสูง	การคิดวิเคราะห์
คิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำแนกแยกแยะจัดระบบข้อมูลอย่าง มีเหตุผลเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อการ ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
คิดสร้างสรรค์	เชื่อมโยงความสัมพันธ์ข้อมูล จัดระบบ ข้อมูลเปรียบเทียบข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิม ผสมผสานนำไปสู่การสร้างผลงานที่ สร้างสรรค์โดยพัฒนาจากของเดิมหรือ สร้างชิ้นใหม่

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องมีความสามารถในการสื่อสาร เพราะการคิดวิเคราะห์จะต้องผ่านกระบวนการสื่อสาร คือการรับสารและการส่งสาร ดังนี้ การรับรู้โดยการรับสารคือดู/สังเกต (ภาพ แผนภาพ แผนภูมิ ตาราง ฯลฯ) หรือฟัง (เรื่องราว การสนทนา บทเพลง บทกลอนละคร ฯลฯ) หรืออ่าน (ข้อความ เรื่องราว บทกลอน บทสนทนา ฯลฯ) แล้วนำสิ่งที่ได้จากการรับสาร (ดูอ่าน ฟัง) สู่วกระบวนการคิดวิเคราะห์ ได้ผลอย่างไรจึงส่งสารออกไป โดยการบอก/อธิบาย (การจำแนก/เปรียบเทียบ เหตุและผล จุดเด่น-จุดด้อย หลักการ ความสำคัญของเหตุการณ์) หรือเขียน (การจำแนก/เปรียบเทียบเหตุและผล จุดเด่น-จุดด้อย หลักการ ความสำคัญของเหตุการณ์) หรือวาดภาพ/แผนภาพ (การจำแนก/เปรียบเทียบเหตุและผล จุดเด่น-จุดด้อย หลักการความสำคัญของเหตุการณ์) หรือแสดง/ปฏิบัติ (จำแนก/จัดกลุ่ม/เปรียบเทียบ/ข้อมูล)



ภาพประกอบ 6 แผนผังแสดงหลักการของการคิดวิเคราะห์
ที่มา : สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2549, หน้า 6

จากการศึกษาแนวคิดและหลักการของการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะพื้นฐานหรือขั้นตอนหนึ่งของการคิดระดับสูง ซึ่งได้แก่ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะการคิดวิเคราะห์ต้องอาศัยการทำงานของสมองในการรับรู้ข้อมูลและการส่งข้อมูลด้วยการบอก/อธิบาย การเขียน การวาดภาพและการแสดงออกเพื่อให้ผู้อื่นได้รับรู้ในสิ่งที่ตนเองคิด

5. คุณสมบัติที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์

เป็นมนุษย์เหมือนกัน ใช้อาจจะมีคุณสมบัติในการคิดวิเคราะห์เหมือนกัน แม้ว่าจะอยู่ในวัยเดียวกัน มีเพศเดียวกัน มีการศึกษา ฐานะความเป็นอยู่เหมือนกัน หรืออยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกันแต่ลักษณะการคิดอาจแตกต่างกันได้ ฉะนั้นบุคคลที่ต่างเพศ ต่างวัย ต่างฐานะความเป็นอยู่และต่างสภาพแวดล้อมกัน หากคำนึงถึงความแตกต่างนี้ มนุษย์จะมีความเข้าใจและยอมรับกันมากขึ้นอย่างไรก็ตาม บุคคลที่มีคุณสมบัติด้านการคิดวิเคราะห์สูงกว่าผู้อื่นย่อมมีโอกาสประสบความสำเร็จมากกว่า (วีระ สุตสังข์, 2550, หน้า 29)

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 14) แบ่งคุณสมบัติที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์ไว้ 4 ประการ คือ

1. ความรู้ความเข้าใจเรื่องที่จะวิเคราะห์ ผู้คิดต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นๆ เพราะจะช่วยกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ จำแนก การแจกแจงองค์ประกอบจัดหมวดหมู่และลำดับความสำคัญหรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน

2. ช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างโต้ถาม คนที่ช่างสังเกต ย่อมสามารถมองเห็นหรือค้นหาความผิดปกติของสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่ดูแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้นมองเห็นแง่มุมที่แตกต่างไปจากคนอื่น คนช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วจะไม่ละเลย แต่จะหยุดคิดและพิจารณา คนช่างโต้ถาม ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่จะพูดอยู่เสมอ เพื่อนำไปสู่การขบคิดค้นหาความจริงในเรื่องนั้น คำถามที่มักใช้กับการคิดวิเคราะห์คือ 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไหร่) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

3. ความสามารถในการตีความ การตีความ เกิดจากการรับรู้ข้อมูลเข้ามาทางประสาทสัมผัส สมองจะทำการตีความข้อมูล โดยวิเคราะห์เทียบเคียงกับความรู้จำหรือความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น เกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินจะแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล ดังนั้น ความรู้ต่างกัน ประสบการณ์ต่างกันและค่านิยมต่างกัน การตีความข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่พบเห็นก็แตกต่างกันไปด้วย

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้นเมื่อพบสิ่งที่มีความคลุมเครือ เกิดข้อสงสัยตามมาด้วยคำถามต้องค้นหาคำตอบหรือความน่าจะเป็นว่ามีความเป็นมาอย่างไร ซึ่งสมองจะพยายามคิดเพื่อหาข้อสรุปความรู้ความเข้าใจอย่างสมเหตุสมผลกระบวนการคิดวิเคราะห์กระบวนการเป็นขั้นตอนของการทำงานเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่ละกระบวนการต่างก็มีขั้นตอนการดำเนินการที่จะช่วยให้กระบวนการนั้น สำเร็จ การดำเนินการตามขั้นตอนให้ได้ผลดีต้องอาศัยทักษะที่เป็นหลายประการ เช่น การระบุปัญหาให้ได้ถูกต้องชัดเจนมีทักษะในการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสรุป (ทีศนา แคมมณี และคณะ, 2544, หน้า 149)

เส่งี่ยม ไตรรัตน์ (2546, หน้า 27) กล่าวว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์มีขั้นตอน ดังนี้

1. การแยกแยะประเด็นย่อยๆ ของเรื่องที่รวมกันเป็นเรื่องใหญ่
2. การหาข้อมูลในแต่ละหน่วยย่อย
3. การพิจารณาข้อมูลในหน่วยย่อยว่าจำเป็นสัมพันธ์กันอย่างไร
4. การพิจารณาความคิด
5. การสรุปตามฐานข้อมูลที่มี

อรนุช ลิมตศิริ (2549, หน้า 19–21) กล่าวถึง กระบวนการคิดและการย่อยข้อมูลของสมองว่า การทำงานของสมองทั้ง 2 ซีก คือสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาเป็นตัวกำหนดวิถีทางในการคิด การเรียนรู้และย่อยข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันไป สมองทั้งสองซีกนี้เชื่อมโยงต่อกัน โดยสมองซีกซ้ายเกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์โดยเฉพาะสื่อการรับรู้ สามารถตีความหมายสัญลักษณ์ทุกชนิด ความสามารถที่จะเข้าใจและทำตามคำสั่ง การโยงความสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้ยิน ความสามารถในทางตรรกะ การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นขั้น เป็นตอน การเรียบเรียงลำดับก่อนหลัง บางครั้งอาจเรียนสมองซีกซ้ายว่า สมองวิชาการ ส่วนสมองซีกขวาทำงานเกี่ยวข้องกับระบบประสาทสัมผัสในลักษณะ Haptic มีความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถทางศิลปะสร้างสรรค์ สมองซีกขวาอาจจะเรียกว่าเป็นสมองส่วนที่สร้างสรรค์หากเราจะฝึกสมองให้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ เราสามารถฝึกได้ตามขั้น ตอนต่อไปนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ สิ่งของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ สิ่งของ บทความ เรื่องราวเหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าว ของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่างๆ
2. กำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นสงสัยจากปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ อาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือกำหนดวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุหรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้บทความนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด
3. กำหนดหลักการและกฎเกณฑ์ เพื่อให้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์การหาลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

4. กำหนดการพิจารณาแยกแยะ เป็นการกำหนดการพินิจวิเคราะห์แยกแยะ และกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไหร่) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

5. สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

สรุปได้ว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์มีขั้นตอน คือ กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ กำหนดปัญหาและจุดประสงค์ หลักการและกฎเกณฑ์ พิจารณาแยกแยะ เป็นการกำหนดการพินิจวิเคราะห์ แยกแยะ และกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย และสรุปเป็นคำตอบ

6. เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 21) ได้อธิบายถึงเทคนิคของการคิดวิเคราะห์ คือ การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียด จากเหตุไปสู่ผลตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง เทคนิคการคิดวิเคราะห์นิยมใช้ คือ 5W 1 H

1. What (อะไร) ปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น เช่น เกิดอะไรขึ้นบ้าง มีอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้ หลักฐานที่สำคัญที่สุด คืออะไร สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้ คืออะไร

2. Where (ที่ไหน) สถานที่หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุ เช่น เรื่องนี้เกิดขึ้นที่ไหนเหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด

3. When (เมื่อไร) เวลาที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้น หรือจะเกิดขึ้น เช่น เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นเมื่อไร เวลาใดบ้างที่สถานการณ์นี้จึงเกิดขึ้น ทำไมเกิดเรื่องนี้

4. Why (ทำไม) สาเหตุหรือมูลเหตุที่ทำให้เกิดขึ้น เช่น เหตุใดต้องเป็นคนนี้ เป็นเวลานี้ เป็นสถานที่นี้ เพราะเหตุใดเหตุการณ์นี้จึงเกิดขึ้น ทำไมเกิดเรื่องนี้

5. Who (ใคร) บุคคลสำคัญเป็นตัวประกอบหรือเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ เช่น ใครอยู่ในเหตุการณ์บ้าง ใครน่าจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้บ้างใครน่าจะเป็นคนที่ทำให้สถานการณ์นี้เกิดขึ้นมากที่สุด เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใครได้ประโยชน์และใครเสียประโยชน์

6. How (อย่างไร) รายละเอียดของสิ่งของที่เกิดขึ้นแล้วหรือกำลังจะเกิดขึ้นว่ามีความเป็นไปได้ในลักษณะใด เช่น เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรบ้างเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีหลักในการพิจารณาคนคืออย่างไรบ้าง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549, หน้า 16-17) เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

1. ฝึกสังเกตในสิ่งที่เราเห็น หรือในสิ่งที่เราเห็น ในสิ่งแวดล้อม
2. ฝึกบันทึก เมื่อสังเกตอะไรแล้วควรฝึกบันทึก โดยการวาดรูปหรือบันทึกข้อความ ภาพ ถ่ายวิดีโอ ละเอียดมากขึ้นตามวัยและสถานการณ์
3. ฝึกการนำเสนอต่อที่ประชุม เมื่อทำงานกลุ่ม เรียนรู้และบันทึกอะไร จะนำเสนอเพื่อให้เพื่อ ครู ได้เรียนรู้เรื่องอะไร ก็ต้องฝึกการนำเสนอ การนำเสนอจึงเป็นการพัฒนาปัญญา
4. ฝึกการฟัง ถ้ารู้จักฟังคนอื่นจะทำให้ฉลาดขึ้น บางคนไม่ได้ฟังคนอื่นพูด เพราะหมกมุ่นอยู่ในความคิดของตนเอง หรือมีความฝังใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จนคนอื่นเข้าไม่ได้ ฉันทะ สติ สมาธิจะช่วยให้ฟังได้ดีขึ้น
5. ฝึกปุจฉา-วิสัชนา เมื่อมีการนำเสนอและการฟัง หรือถาม-ตอบ ซึ่งเป็นการฝึกใช้เหตุผลวิเคราะห์ สังเคราะห์ ทำให้เกิดความแจ่มแจ้งในเรื่องนั้นๆ ถ้าฟังแล้วไม่ตอบจำไม่ทำให้เกิดความคิด
6. ฝึกตั้งสมมุติฐานและตั้งคำถาม เวลาเรียนรู้อะไร เราต้องตั้งคำถามว่าสิ่งนี้อะไร สิ่งนั้นเกิดจากอะไร มีประโยชน์อย่างไร และมีการฝึกการตั้งคำถามของกลุ่มช่วยกันคิดคำถามที่มีคุณค่า
7. ฝึกการค้นหาคำตอบ เมื่อมีคำถามแล้วก็ควรไปค้นคำตอบจากหนังสือ จากตำรา จากอินเทอร์เน็ต หรือไปคุยกับคนเฒ่าคนแก่ แล้วแต่ธรรมชาติของคำถาม การค้นหาคำตอบ
8. การวินิจฉัย หรือการวิจัย เพื่อหาคำตอบ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ทุกระดับ
9. การเชื่อมโยงการบูรณาการ ให้เห็นความเป็นไปทั้งหมด เมื่อเรียนรู้อะไร อย่าให้ความรู้นั้นแยกส่วน แต่ควรเชื่อมโยง หรือบูรณาการเห็นความเป็นไปทั้งหมด

10. การฝึกการเรียบเรียงทางวิชาการ ถึงกระบวนการเรียนรู้และความรู้ใหม่ที่ได้อีก เป็นการเรียบเรียงความคิดให้ประณีตขึ้น ทำให้ค้นคว้าหลักฐานที่อิงความรู้ให้ถี่ถ้วน แม่นยำขึ้น

ลาวัล รัตนะ (2557, หน้า 88) กล่าวถึง เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คือ เทคนิคในการตั้งคำถามในลักษณะอื่นได้ เช่น

1. คำถามเกี่ยวกับจำนวน เช่น เหตุการณ์ที่ขึ้นมีผู้เกี่ยวข้องจำนวนกี่คน
2. คำถามเชิงเงื่อนไข เช่น ถ้า... จะเกิด..... เช่น ถ้าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเมื่อ 5 ปีที่แล้วใครจะเป็นผู้ได้รับประโยชน์และใครจะเป็นผู้เสียประโยชน์
3. เกี่ยวกับการจัดลำดับความสำคัญ เช่น ใครเป็นคนสำคัญที่สุดของเรื่อง ประเด็นใดเป็นประเด็นหลัก และประเด็นใดเป็นประเด็นรอง
4. คำถามเชิงเปรียบเทียบ เช่น ระหว่าง.....กับ.....สิ่งใดสำคัญกว่า ระหว่างความตายกับการพรากจากความรักสิ่งใดสำคัญกว่า

สรุปได้ว่า เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คือ เทคนิคการสอนที่ฝึกให้ผู้สอนตั้งคำถามที่ครอบคลุมในทุกๆ เรื่องของบทเรียน เช่น ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร รวมทั้งคำถามจำนวน ความสัมพันธ์ การเปรียบเทียบ นอกจากนี้ ผู้เรียนควนฝึกตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐานทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม ฝึกการคิด การฟัง การนำเสนอจะทำให้เกิดพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้อย่างดียิ่ง

7. การวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2544, หน้า 149-154) ได้กล่าวไว้ว่า คือการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนี้ยังมีส่วนย่อยๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไร และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นสมรรถภาพด้านการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การคิดวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจและด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณาการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งมีอยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น ศิลปินคนใดสำคัญที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหาหนึ่ง เพื่อนำมาอุปมาอุปไมย หรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพัน ตัวอย่างคำถาม เช่น เหตุใดแสงจึงเร็วกว่าเสียง

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราว นั้นว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคหรือหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 23-24) การคิดวิเคราะห์อาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ ว่ามีสาระสำคัญอะไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุมีผลอย่างไร เช่นการวิเคราะห์ข่าว บทความ เรื่องสั้น สารคดี เป็นต้น ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์ส่วนประกอบเช่น อะไรเป็นสาเหตุสำคัญของความยากจน อะไรเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุของเครื่องบิน มีอะไรบ้าง สาระสำคัญของบทความเรื่องนี้คืออะไร การวิเคราะห์ส่วนประกอบไม่ใช่เรื่องยาก แม้แต่นักเรียนระดับปฐมวัยก็สามารถวิเคราะห์ส่วนประกอบได้

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างคำถามวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เช่นครอบครัวมีปัญหาส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างไร พ่อแม่ทะเลาะกันส่งผลกระทบต่อลูกอย่างไร พืชและสัตว์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ขุนแผน ขุนแผนและนางวันทองเกี่ยวข้องกันอย่างไร สรุปว่า เมื่อมีเหตุย่อมมีผล ผลย่อมเกิดจากเหตุ เหตุกับผลหรือผลกับเหตุย่อมมีความสัมพันธ์กัน เป็นทฤษฎีที่นักเรียนสามารถรับรู้และเข้าใจได้

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น ตัวอย่าง คำถามการวิเคราะห์หลักการ เช่น หลักการสำคัญของการอ่านคืออะไรหลักการสำคัญของการเขียนคืออะไร

หลักการสำคัญของการพูดคืออะไร หลักการสำคัญของการฟังคืออะไร ความมุ่งหมายของการเรียนคืออะไร แก่นของเรื่องสั้น เรื่องนี้คืออะไร ฯลฯ

สมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 144-147) กล่าวว่า การวัดการวิเคราะห์เป็นการใช้วิจารณ์ญาณเพื่อไตร่ตรอง การแยกแยะพิจารณาคุณรายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องต่างๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้น ส่วนเหล่านั้น อยู่รวมกันได้หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนก ว่าชิ้นใด ส่วนใดเรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใดสำคัญที่สุดหรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ชอบเร้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวของสิ่งต่างๆ ว่าของชิ้น ส่วนใดสัมพันธ์กันรวมทั้งข้อสอบอุปมาอุปมัย

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยต่างๆ ว่าทำงานหรือยึดกันได้ หรือคงสภาพเช่นนั้น ได้ว่าใช้หลักการใด เป็นแกนกลาง จึงถามถึงโครงสร้างหรือหลักหรือวิธีการที่ยึดถือ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำเสนอและสรุปหลักการคิดวิเคราะห์ เพื่อการวิจัย ดังนี้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผลเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อการตัดสินใจ หรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งครอบคลุม ความสามารถของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือจำแนกแจกแจง องค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ ว่ามีสาระสำคัญอะไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุผลอย่างไร หรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ ได้ชัดเจน

2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่างๆ ของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไร

3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สมเดช บุญประจักษ์ (2543, หน้า 37) ได้สรุปความหมายของการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
2. ความสามารถในการหาข้อสรุป
3. ความสามารถในการแสดงข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปของแนวคิด

อย่างสมเหตุสมผล

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 4) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสมจากความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว

O'Daffer (1990, p. 378 อ้างถึงใน สมเดช บุญประจักษ์, 2543, หน้า 36) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์และเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผลและการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

สรุปได้ว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละประเด็นด้วยเหตุและผลของนักเรียนเอง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด

2. ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

O'Daffer (1990, p. 378 อ้างถึงใน สมเดช บุญประจักษ์, 2543, หน้า 38) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหารูปทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์และในการอธิบาย สมบัติและโครงสร้างต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนิยามหรืออาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลายๆ ตัวอย่างแล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นว่าสมเหตุสมผลในการสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏเป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิดการให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกะเป็นการให้เหตุผลโดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานคือ อนิยาม นิยาม ลัทธิ และทฤษฎี ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์หลักการที่เป็นจริงเสมอ

Baroody (1993, p. 2 อ้างถึงใน ภาคิน อนันตกิจบำรุง, 2557, หน้า 51) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภทโดยเพิ่มการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก (Intuitive Reasoning) เป็นอีกประเภทหนึ่งซึ่งเป็นลักษณะการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจหรือตัดสินใจจากสิ่งที่เห็นได้ชัดเจน หรือจากความรู้สึกภายในส่วนอีก 2 ประเภท คือการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย เช่นเดียวกับของ โอตาฟเฟอร์

เลิศ สิทธิโกศล (อ้างถึงใน อัญชลี มาลา, 2553, หน้า 71) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากเหตุย่อยๆ หลายๆ เหตุ หรือความรู้ย่อยๆ หลายๆ ความรู้โดยที่แต่ละเหตุหรือความรู้นั้นเป็นอิสระต่อกัน

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากเหตุใหญ่หรือความรู้ใหญ่มาเป็นความรู้ย่อย (ผลสรุป) จะเห็นได้ว่าผลสรุปที่ได้จากการให้เหตุผลแบบนิรนัยนี้ถูกบังคับจากเหตุหรือความรู้เดิมที่ยอมรับกันมาแล้วอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ดังนั้นผลสรุปที่ได้จึงอยู่ในวงจำกัดเฉพาะเหตุเท่านั้นจะสรุปผลกว้างกว่านี้ไม่ได้การให้เหตุผลแบบนี้พบมากในวิชาคณิตศาสตร์โดยจะนำเอา อนิยามบท นิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุปซึ่งถ้าหากสมเหตุสมผล (Valid) ก็จะเป็นกฎ (Law) หรือทฤษฎีบท (Theorem) ตามมา

จากที่มีผู้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้จะเห็นว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้ การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยพอสรุปได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้งแล้วนำไปสู่ข้อสรุป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุป โดยจะนำเอาอนิยามบท นิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุป

3. การสอนคณิตศาสตร์กับความเป็นเหตุเป็นผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, หน้า 1-4) ได้ระบุถึงการให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในด้านที่ต้องใช้ความคิด ความมีเหตุผล และเป็นเครื่องมือพัฒนาความคิดและได้ฝึกสมอง แต่ถ้าแนวสอนเป็นการสอนแบบจดจำก็จะสูญเสียคุณค่าของคณิตศาสตร์ในประเด็นที่สำคัญนี้ไป การเป็นผู้รู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนจะเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาตนเองของนักเรียนทั้งในการทำงานและการดำรงชีวิตในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าการคิดอย่างมีเหตุผลนับเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ การสอนให้นักเรียนอย่างเข้าใจและมีเหตุผลเป็นสิ่งที่ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำแต่ถ้านักเรียนเรียนด้วยความ

เข้าใจ จะมีความสามารถในการปรับไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ และสามารถจำได้ดีกว่า นานกว่า เพราะนักเรียนรู้กระบวนการที่ได้หลักการมาเพื่อใช้กับสถานการณ์ต่างๆ ได้ และก็จะตระหนักว่าแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์นั้นมีความเกี่ยวข้องกันนักการศึกษาได้ กล่าวว่าการสอนคณิตศาสตร์ในลักษณะของความเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้ให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ เชื่อว่าคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีเหตุผลนักเรียน สามารถทำความเข้าใจได้ และสามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ด้วยตนเองคุณค่าของการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับความเข้าใจและความเป็นเหตุเป็นผลอาจสรุปได้ ดังนี้

1. เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล
2. เห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาหรือวิธีการ
3. รู้จักใช้เหตุผลปรับแนวคิด
4. จำได้ดีกว่า
5. นำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้
6. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
7. มีความเชื่อมั่นต่อตนเองมากขึ้น

การให้เหตุผลเป็นกระบวนการที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการ เรียนด้วยความเข้าใจมีการใช้เหตุผลในการพิสูจน์และมีแนวทางในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่สอดคล้องดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีเหตุผล
2. ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดอย่างมีเหตุผล
3. ให้นักเรียนฝึกเป็นผู้ให้เหตุผล
4. ให้นักเรียนฝึกเขียนอธิบายถึงสิ่งที่นักเรียนทำเพื่อหาคำตอบ
5. ให้นักเรียนฝึกใช้เหตุผลในการอธิบายหรืออภิปราย
6. ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ประเมินการให้เหตุผลของผู้อื่น
7. ให้นักเรียนรู้จักใช้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบหรือ

พิจารณาความถูกต้อง

8. ให้นักเรียนได้อาศัยการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและ

สรุปผล

การวิจัยในครั้งนี้ วัดความสามารถในการให้เหตุผล ของนักเรียนในการอธิบายเกี่ยวกับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาและการหาคำตอบอย่างถูกต้องด้วยเหตุผล ในประเด็นของการเปรียบเทียบ การเชื่อมโยง การตัดสินใจ การสรุปคำตอบ การอุปนัย การนิรนัย การประยุกต์ใช้การสังเคราะห์ และการประเมินผลข้อมูลความรู้หรือคำตอบ ของกระบวนการแก้ปัญหา เนื้อหาเรื่อง ทศนิยม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัดโดยใช้ความสามารถในการให้เหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Brandt (อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง, 2545, หน้า 111-112) กล่าวถึงการคิดกับการให้เหตุผลทางมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และเป็นพื้นฐานสำคัญกับการเรียนรู้ และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ ทางการศึกษาจึงให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น ได้มีการกล่าวถึงการสอนไว้ 4 ทาง คือ

1. การสอนเพื่อให้เกิดการคิด (Teaching for thinking) เป็นการสอนที่เน้นแนวทางในการสอนเนื้อหาทางวิชาการโดยการสร้างสิ่งแวดล้อมทั้งในและนอกโรงเรียน เช่น การสร้างห้องสมุดที่มีหนังสือ แหล่งความรู้ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต ที่นักเรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ สนับสนุนการคิด ทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการคิด

2. การสอนการคิด (Teaching of thinking) เป็นการสอนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางสมอง เป็นการปลูกฝังความคิดโดยตรง เนื้อหาที่สอนอาจไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาที่นักเรียนเรียนอยู่ในโรงเรียน แต่การเรียนในเนื้อหานี้จะทำให้นักเรียนได้คิดเชิงตรรกะ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การตัดสินใจและการสื่อสาร

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about thinking) เป็นการสอนที่เน้นทักษะการคิด ทำให้นักเรียนตระหนักในกระบวนการคิดของตนเอง เกิดทักษะกระบวนการคิดที่เรียกว่า metacognition โดยทำให้นักเรียนทราบว่าตนรู้อะไร ทราบอะไร และยังไม่รู้อะไร สามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนได้และแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องนั้น

4. การสอนด้วยการคิด (Teaching with thinking) เป็นการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ โดยให้นักเรียนได้ร่วมงานที่ได้รับมอบหมายด้วยการช่วยกันคิด ช่วยกันทำให้สามารถเรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีความชำนาญในการคิดมากขึ้น และการสอนด้วยวิธีนี้ยังช่วยการพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, หน้า 194-195) กล่าวถึงวิธีสอนที่พัฒนาการให้เหตุผลว่า การฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในทุกเนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่นด้วย นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะองค์ระกอบหลักที่ให้ผู้เรียนสามารถคิดมีเหตุผล และรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาส และเป็นอิสระที่แสดงออกถึงความคิดในการให้เหตุผลของตัวเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2545, หน้า 158) ได้สรุปการแก้ปัญหาโดยใช้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์นั้นมิใช่จะเกี่ยวข้องกับตัวเลขเท่านั้น แต่มีขอบเขตที่กว้างขวางกว่ามาก เด็กที่คิดเลขคล่องเพียงอย่างเดียวใช้ว่าจะต้องเก่งคณิตศาสตร์ และเด็กที่คิดเลขไม่คล่องก็อาจจะพัฒนาจนเรียนคณิตศาสตร์เก่งได้
2. การแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลบางปัญหา ถ้าใช้ตารางช่วยในการแก้ปัญหาเหล่านั้น จะสะดวกและรวดเร็วขึ้น
3. ในบางกรณีการใช้แผนภาพ ช่วยให้เข้าใจการให้เหตุผลสะดวกยิ่งขึ้นนอกจากนั้นแผนภาพยังช่วยให้เห็นว่ากรณีใด ผลสรุปไม่สมเหตุสมผล
4. การใช้เหตุผลตามรูปแบบ ช่วยให้การให้เหตุผลเป็นไปอย่างมีระบบ ชัดแจ้งและเป็นลำดับขึ้น

Kruparinaya (2009, p. 1 อ้างถึงใน ภาคิน อนันตกิจบำรุง, 2557, หน้า 45) ได้อธิบายถึง เทคนิคในการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีหลากหลาย นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. วิธีหารูปแบบ (look for a pattern) วิธีนี้จะพิจารณารูปแบบของส่วนแรกในลำดับของจำนวนหรือข้อมูลที่ให้มาก่อน แล้วจึงค้นหาต่อไปอีก

2. วิธีพิจารณาที่ง่ายกว่า (examine a simplex case) ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนบางปัญหาอาจเริ่มจากการพิจารณากรณีง่ายๆ ของปัญหานั้นก่อน และค่อยสร้างไปยังปัญหาเดิม

3. วิธีวิเคราะห์ให้ได้ปัญหาย่อย (dentify a subgoal) ในการวางแผนแก้ปัญหบางปัญหา คำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่คล้ายกันมากๆ หรือที่เคยพบมาแล้วอาจกลายเป็นเป้าหมายย่อยๆ ของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้

4. วิธีพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้อง (examine a related problem) เป็นการค้นหาปัญหาที่คล้ายกัน ซึ่งเคยแก้มาก่อนช่วยในการแก้ปัญหใหม่ที่เจอ

5. วิธีทำย้อนกลับ (work backward) ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นพิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้าย และทำย้อนกลับ

6. วิธีสร้างแผนภาพ (draw a diagram) การวาดแผนภาพเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหในวิชาเรขาคณิต จะสร้างรูปเพื่อการเข้าใจซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญหานอกจากนี้ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาทางเรขาคณิตก็สามารถใช้การวาดรูปในการแก้ปัญหได้

7. การวาดภาพ กราฟและตาราง (drawin pictures, graphs, and table) ยุทธวิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยุงยาก หรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพกราฟและตารางเป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้ผู้เรียนเห็นกราฟช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ไม่ปรากฏโดยทันที

8. วิธีเดาและตรวจสอบ (guess and check) ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและใช้เหตุผลดูความเป็นไปได้ แล้วตรวจคำตอบ ถ้าการเดาครั้งนั้นไม่ถูก ขั้นตอนต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้มากขึ้น แล้วเดาต่อไป

9. ประมาณและตรวจสอบ (estimation and check) เป็นยุทธวิธีในการหาคำตอบที่ใกล้เคียง เพื่อตัดสินใจว่าแนวทางแก้ปัญหานั้นจะเป็นวิธีใด ซึ่งคำตอบที่ประมาณขึ้นมาจะต้องตรวจสอบเพื่อให้ได้เป็นคำตอบที่แท้จริง การประมาณคำตอบควรทำเป็นประจำ จนทำให้เป็นพื้นฐานในชั้นเรียน

10. ตรวจสอบว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (insufficient information) บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอมีบางส่วนขาดหายไป

11. การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก (elimination of extraneous data) ปัญหาบางปัญหาให้ข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น ผู้เรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออก เพื่อที่จะให้ข้อมูลนี้แคลงแทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มีความหมาย

12. พัฒนาสูตรและเขียนสมการ (developing formula and writing equations) สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ

13. การสร้างแบบจำลอง (modeling) แบบจำลองของปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจโมเดลในการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

14. เขียนแผนภูมิสายงาน (flowcharting) การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งแผนภูมิสายงานหรือผังงานเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอน ที่ต้องดำเนินงานตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการก่อนที่จะไปแก้ปัญหา

15. การลงมือแก้ปัญหา (acting out the problem) เป็นการลงมือแก้ปัญหาแล้วจึงจะทำให้เห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

16. ใช้ปัญหาที่ง่ายกว่า (simplifying the problem) เป็นการแทนจำนวนน้อยๆ ที่สามารถคำนวณได้ โดยที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ ก่อนที่จะไปแก้ปัญหาก็มีผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้สึกในการเลือกการดำเนินการ

17. เอาใจใส่ทุกประเด็นที่เป็นไปได้ (account for all possibilities) วิธีนี้ผู้เรียนจะใช้ก่อนที่จะทราบคำตอบ ผู้เรียนอาจจะแจ้งความเป็นไปในทั้งหมด โดยนำมาเขียนเป็นรายการ หรือสร้างตาราง เหมาะสมสำหรับจำนวนความเป็นไปได้ไม่มากนัก

18. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (change your point of view) ปัญหาบางปัญหาต้องการให้เปลี่ยนสิ่งที่มีอยู่ในใจหรือหยุดคิดความคิดนั้น ดังนั้น ต้องมองภาพสถานการณ์นั้นด้วยวิธีใหม่

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเทคนิคการแก้ปัญหาโดยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มียุทธวิธีที่สามารถนำไปใช้ได้หลายวิธี ซึ่งสอดคล้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย นักเรียนสามารถนำการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริง หรือสรุป และช่วยในการตัดสินใจในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้

5. การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล

พร้อมพรรณ อุดมลิน และอัมพร ม้าคะนอง (2549, 143–146) ได้สรุปไว้ว่าการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ควรให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้

1. ใช้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เพื่อสร้างแบบรูปและข้อคาดเดาเป็นเหตุผลที่ได้จากกระบวนการเห็นสิ่งที่ร่วมกันหลายๆ ตัวอย่าง แล้วสรุปออกมาโดยมีเหตุผลสนับสนุน
2. ใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ในการตรวจสอบข้อสรุปและสร้างเหตุผลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือ เป็นเหตุผลที่มาจากหลักทั่วไปหรือหลักใหญ่อ้างอิงไปยังสิ่งที่เฉพาะเจาะจง
3. ใช้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) ในการแก้ปัญหา เป็นเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งนักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนในการคำนวณเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำตอบ
4. ใช้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial Reasoning) ในการแก้ปัญหา เป็นเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ เป็น 2 มิติ หรือ 3 มิติ การประเมินผลความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากการสังเกต พูดคุย การเขียนและประเมินจากการกระทำทางคณิตศาสตร์ โดยปกติแล้วนักเรียนจะสามารถสร้างข้อคาดเดาจากตัวอย่างต่างๆ ที่นักเรียนได้เห็นหรือได้ลงมือกระทำแล้วพัฒนาข้อโต้แย้งซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นักเรียน มีความรู้ว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือไม่ นักเรียนอาจใช้สัญชาตญาณ (Intuition) เกี่ยวกับเหตุผลเชิงสัดส่วนและเชิงปริภูมิ งานหรือกิจกรรมที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการใช้เหตุผล ซึ่งประเมินได้จากกิจกรรมการเรียนการสอนเช่น การอภิปรายหรือการอธิบายคำตอบใดๆ การประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอนในระดับใดหรือวิชาใดก็ตาม การวัดและการประเมินผลจะเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน เพราะผลจากการวัดและประเมินผลจะเป็นพื้นฐานจะเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของครูผู้สอน เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิธีการสอน และพัฒนาผลการเรียนของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหา ครูผู้สอนจะต้องตั้งจุดประสงค์ในการสอนไว้ แล้วหาวิธีสอนและดำเนินการสอนตามวิธีนั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ถ้าผู้เรียนส่วนใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์

ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ก็ทำการสอนเนื้อหาต่อไปได้ แต่หากผู้เรียนหลายคน ไม่ผ่านจุดประสงค์ตามที่ตั้งไว้ ครูผู้สอนจำเป็นต้องหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ มีความรู้และผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2549, หน้า 1) ได้สรุปถึง การประเมินตาม สภาพจริง (authentic assessment) ว่าหมายถึง การประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ปฏิบัติงานที่เหมือนการปฏิบัติงานในชีวิตจริง มีเวลาเพียงพอสำหรับวางแผน การลงมือ ทำงาน จนได้งานที่สมบูรณ์ มีโอกาสประเมินผลการทำงานด้วยตนเองและมีการปรึกษา ร่วมกับผู้เรียน การประเมินลักษณะเช่นนี้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย มีการตัดสินโดยใช้เกณฑ์ (criteria) หรือมาตรฐาน (standard) เกี่ยวกับเกณฑ์หรือมาตรฐาน ที่ใช้ตัดสินการทำงานในชีวิตจริงในชิ้นงานเดียวกันหรือประเภทเดียวกันในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แต่ละครั้ง ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินผล ซึ่งควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการกำหนดด้วย และควรแจ้งให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้าถึงวิธีการและเกณฑ์ในการประเมิน การประเมินผลควรมีลักษณะ ดังนี้

1. มีเกณฑ์การประเมินที่เชื่อมโยงกับตัวชี้วัดชั้นปีที่กำหนดในหน่วย การเรียนรู้
 2. อธิบายลักษณะชิ้นงานหรือภาระงานที่คาดหวังไว้อย่างชัดเจน รวมอยู่ในกระบวนการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน
 3. มีคำอธิบายคุณภาพที่ชัดเจนและบ่งบอกคุณภาพงานในแต่ละระดับ
 4. ใช้ผลการประเมินในการปรับปรุงการเรียนการสอน ให้สอดคล้อง กับผู้เรียนแต่ละคนแต่ละกลุ่ม หรือทั้งชั้น
 5. แจ้งผลการประเมินเกี่ยวกับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อเทียบเคียงไปสู่มาตรฐานให้ผู้เรียน ผู้ปกครอง และชุมชนทราบเป็นระยะ
 6. นำผลการประเมินเป็นข้อมูลประกอบในการปรับปรุงหลักสูตร
 7. การประเมินผลงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ และกิจกรรมการเรียนรู้ของ ผู้เรียนทุกกิจกรรมผู้สอนจะต้องกำหนดแนวการให้คะแนนเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ ละเอียด และทำอะไรได้บ้างตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดไว้แต่ละหน่วยการเรียนรู้
- การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้มีประสิทธิภาพ จะต้อง ประเมินได้ทั้งเนื้อหาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังที่ สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 166-169) ได้เสนอหลักในการประเมินผลที่คำนึงถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. การประเมินผลจะต้องมีข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึก แนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน
2. การประเมินผลจะต้องใช้การสังเกตและการใช้คำถามควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน
3. การประเมินผลจะต้องให้นักเรียนเขียนอนุทินเพื่อสะท้อนกระบวนการคิดของตนเอง
4. การประเมินผลจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน สรุปได้ว่าการวัดและการประเมินผลเป็นส่วนสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอน ควรจัดให้มีการประเมินที่หลากหลายและเกณฑ์การตัดสินที่มาตรฐานและควรมีการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิด วิธีและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ในเนื้อหาเรื่อง ทศนิยม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัดโดยใช้ความสามารถในการให้เหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นสมรรถภาพในด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้จากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครูผู้สอน สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน สรุปได้ดังนี้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมบุรณ์ ภูสนิท (2551, หน้า 40) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลของความรู้ ความสามารถและทักษะที่นักเรียนได้จากการเรียนการสอนทั้งที่โรงเรียนที่บ้าน สภาพแวดล้อมและแหล่งอื่นๆ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2553, หน้า 62) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

สมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 73) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว จากความหมายดังกล่าว

โสภา เรืองบุญ (2557, หน้า 40) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการอบรม สั่งสอน การค้นคว้า ประสบการณ์ต่างๆ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถด้านพุทธิพิสัย ในเนื้อหาวิชาที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และสามารถวัดได้

ฉลวย ทองโคกสูง (2554, หน้า 79) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาออกมาขึ้น อันเป็นผลมาจากการเรียน การสอนการฝึกฝนอบรมซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่างๆ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการวัดทักษะ ความสามารถ ความรู้ความเข้าใจ ของนักเรียนหลังเรียนโดยวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 45) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูผู้สอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มนักเรียนกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วๆ ไปในโรงเรียน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standard Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของนักเรียนที่แตกต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ) หรือกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วจังหวัด (แบบทดสอบมาตรฐานระดับจังหวัด) เป็นต้น

บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 53) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง
แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์
สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์
เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง
แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร
ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบ
ในแบบทดสอบประเภทนี้การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนน
ที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับ
บุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบจากแนวทางการแบ่งประเภทของแบบทดสอบ
วัดผลของนักการศึกษาดังกล่าวอาจแบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท
คือแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตาม
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมี
ความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ และแบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test)
หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร การรายงานผลการสอบ
อาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพ
ความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

3. กรอบแนวคิดของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของ Bloom (1982, p. 45
อ้างถึงใน ภาคิน อนันตกิจบำรุง, 2557, หน้า 52) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริง
สิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการ
วัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบ และประเมินระดับความรู้ ทักษะ และเจตคติของ
นักเรียน แนวความคิดของ Lyman (1991, p.10 อ้างถึงในภาคิน อนันตกิจบำรุง, 2557,
หน้า 54) สอดรับการวัดผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้
ในเนื้อหาที่ต้องการวัด (Skills) คุณลักษณะของพฤติกรรม (Traits) และ องค์ประกอบ

(Components) ซึ่งจำแนกตัวองค์ความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัด และคุณลักษณะของพฤติกรรมออกตามความเชื่อ เช่น ระดับความรู้ ความสามารถตามแนวคิดของ Bloom มี 6 ระดับดังนี้

1. ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่างๆ ได้ เช่น คำจำกัดความสูตรต่างๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้

2. ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความ และสรุปใจความสำคัญได้

3. การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ฯลฯ ไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้

4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ

5. การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบ หรือส่วนต่างๆ เข้ามา รวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

6. การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของหลักการโดยใช้มาตรฐานที่ผู้อื่นกำหนดไว้ หรือตัวเองกำหนดขึ้น

สรุปได้ว่า กรอบแนวคิดของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, หน้า 55-84) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงไป ในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้น เพื่อให้มีข้อความที่สมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้ คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัด ได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบความเรียงหรืออัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืม) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ลักษณะทั่วไป คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเดียวจากตัวลวงอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเฉินๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน ดังนั้น การที่ครูผู้สอนจะเลือกออกข้อสอบประเภทใดนั้น ต้องพิจารณาข้อดี ข้อจำกัด ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล

5. หลักในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

สมนึก ภักดิ์ทิยธนี (2551, หน้า 64-77) ได้กล่าวถึง หลักในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ ไว้ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์ แล้วใส่เครื่องหมายปรักศนีไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่ หรือข้อความไม่ต่อกัน หรือเกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

2. เน้นเรื่องจะถามให้ชัดเจนและตรงจุด ไม่คลุมเครือ เพื่อว่าผู้อ่านจะไม่เข้าใจไขว้เขว สามารถมุ่งความคิดในการหาคำตอบไปถูกทิศทาง
3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ตั้งถามมีประโยชน์คำถามแบบเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมทางด้านสมองได้หลายๆ ด้าน ไม่ใช่ถามเฉพาะความจำหรือความจริงตามตำรา แต่ต้องถามให้คิดหรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ แต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะปกติผู้เรียนจะยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถามและตอบคำถามที่ถามกลับ หรือปฏิเสธซ้อน ผิดมากกว่าถูก
5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิด ก็ไม่ต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุมและชัดเจนขึ้น
6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพจน์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน
7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่างๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลข นิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลงและป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามาก
8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดหรือปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่า ไม่มีคำตอบถูก ที่กล่าวมาผิดหมด ผิดหมดทุกข้อ หรือสรุปแน่นอนไม่ได้ ตัวเลือกปลายปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่า ถูกหมดทุกข้อ
9. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว แต่บางครั้งผู้ออกข้อสอบคาดไม่ถึงว่าจะมีปัญหา หรืออาจจะเกิดจากการแต่งตั้งตัวลวงไม่รัดกุม จึงมองตัวลวงเหล่านั้นได้อีกแถมหนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาสองแง่สองมุมได้
10. เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา คือจะกำหนดตัวถูกหรือผิดเพราะสอดคล้องกับความเชื่อของสังคม หรือกับคำพังเพยต่างๆ ไปไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญ จะนำความเชื่อ โศกลาง หรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นมาอ้างไม่ได้

11. เขียนตัวเลือกให้อิสระจากกัน พยายามอย่าให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

12. ควรมีตัวเลือก 4–5 ตัว ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้ ถ้าเขียนตัวเลือกเพียง 2 ตัว ก็กลายเป็นข้อสอบแบบกาถูก-ผิด และเพื่อป้องกันไม่ให้เดาได้ง่ายๆ จึงควรมีตัวเลือกมากๆ ตัว ที่นิยมใช้หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1–2 ควรใช้ 3 ตัวเลือก ระดับประถมศึกษาปีที่ 3–6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก และตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป ควรใช้ 5 ตัวเลือก

13. อย่าแนะนำคำตอบ ซึ่งการแนะนำคำตอบมีหลายกรณี ดังนี้

13.1 คำถามข้อหลังๆ แนะนำคำตอบข้อแรกๆ

13.2 ถามเรื่องที่คุณเรียนคล่องปากอยู่แล้ว โดยเฉพาะคำถามประเภท คำพังเพยสุภาษิต คติพจน์หรือคำเตือนใจ

13.3 ใช้ข้อความของคำตอบถูกซ้ำกับคำถามหรือเกี่ยวข้องกัน อย่างเห็นได้ชัดเพราะนักเรียนที่ไม่มีความรู้ก็อาจจะเดาได้ถูก

13.4 ข้อความของตัวถูกบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก

13.5 เขียนตัวถูกหรือตัวลวง ถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป

13.6 คำตอบไม่กระจาย

จากหลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ ครูผู้สร้างข้อสอบจำเป็นต้องยึดหลักเกณฑ์ทั้ง 13 ข้อ เพื่อให้ได้ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคุณภาพและต้องคำนึงถึงลักษณะของข้อสอบที่ดีด้วย ได้แก่ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยาก

ดัชนีประสิทธิผลคู่มือการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์หาประสิทธิผลของการเรียนรู้ของนักเรียน คือพิจารณาว่าก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนได้พัฒนาหรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าไร ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากการคำนวณหาค่า t -test (แบบ Dependent Samples) หรือหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I) (เผชัญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี, 2545, หน้า 30–32) มีรายละเอียดดังนี้

1. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนโดยอาศัยการหาค่า t-test แบบ Dependent Samples เป็นการพิจารณาว่านักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่โดยทำการทดสอบนักเรียนทุกคนก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) แล้วนำมาหาค่า t-test แบบ Dependent Samples หากมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ถือว่านักเรียนกลุ่มที่ผู้วิจัยกำลังศึกษามีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้

2. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} \times \text{จำนวนนักเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

$$\text{หรือ E.I.} = \frac{P_1 - P_2}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

หรือสูตรการหาดัชนีประสิทธิผล E.I. จะเขียนในรูปร้อยละก็ได้ ซึ่งผลการคำนวณจะได้เท่ากับผลการคำนวณจากคะแนนดิบ สูตรเป็นดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมคะแนนก่อนเรียน}}$$

$$\text{E.I.} = \frac{P_1\% - P_2\%}{100 - P_1\%}$$

ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับ E.I.

1. E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่าระบบการเรียนการสอนหรือสื่อไม่มีคุณภาพ

1.1 ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) แต่ผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกต้องทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) สรุปได้ว่า ถ้าหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I. จะเป็น 1.00 เสมอ ไม่ว่าผลการทดสอบก่อนเรียนจะได้เท่าไรก็ตาม (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) หรือกล่าวได้ว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียน คิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนตามที่ต้องการ

1.2 ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า 1.00 ก็ได้ลักษณะเช่นนี้ถือวาระบบการเรียนการสอนหลังการใช้สื่อล้มเหลว และเหตุการณ์เช่นนี้ไม่น่าเกิดขึ้นเพราะค่า E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังสอนต่ำ หรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอนและก่อนจะหาค่า E.I. ต้องหาค่า E1/ E2 มาก่อน ค่า E2 คือ คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งจะเป็นค่าเดียวกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I.

ดังนั้นหากคะแนนหลังสอนต่ำหรือมากกว่าคะแนนก่อนสอน ค่า E2 จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 การแปรค่าความหมายของ E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไรหรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดู ข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งก็เป็นเรื่องดีและมักจะเป็นลักษณะของนักเรียนกลุ่มเก่งสรุปว่าค่า E.I. ที่เกิดขึ้นจากนักเรียนแต่ละกลุ่ม ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันเพราะไม่ได้เริ่มจากรากฐานของความรู้ที่เท่ากัน ค่า E.I. ของแต่ละกลุ่มก็ควรอธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

2. การแปลผลค่า E.I. บทที่4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของวิทยานิพนธ์ หรือการศึกษาค้นคว้าอิสระ มักจะใช้ข้อความไม่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความเป็นจริง เช่น E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 ก็มักจะกล่าวว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40” ซึ่งในความเป็นจริง ค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจากค่า E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้น ถ้าคิดเทียบเป็นร้อยละก็คือคิดเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 100 E.I. จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40 ไม่ใช่แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40”

3. ถ้าค่าของ E1/ E2 ของแผนการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและเมื่อหา E.I. ด้วยพบว่า มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งที่ผู้วิจัยพอใจ หากคำนวณค่าความคงทน โดยใช้สูตร t-test (Dependent Samples) ดังกล่าวมาแล้วในสูตรที่ 1 ก็ไม่ได้แปลว่าจะไม่มีนัยสำคัญ (เพราะผู้วิจัยคาดหวังว่าหากสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ผลการเรียนหลังสอนเมื่อผ่านไประยะหนึ่ง เช่น ผ่านไป 2 สัปดาห์ กับผลการเรียนหลังเรียนจบจะต้องไม่แตกต่างกัน)

ลักษณะเช่นนี้มักพบในงานวิจัยบ่อยๆ คือแผนการเรียนหรือสื่อมีค่า E1/ E2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ค่า E.I. ก็สูง แต่ผลการทดสอบความคงทนมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัญหานี้น่าจะมาจากนักเรียนไม่ได้ตั้งใจหรือเบื่อหน่ายในการทำข้อสอบอย่างจริงจัง แม้ว่าผู้วิจัยจะมีความรู้สึกว่สื่อหรือแผนที่ผู้วิจัยใช้จะมีคุณภาพทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนมากหรือมีความตรงตรงใจต่อบทเรียนมากเท่าไรก็ตาม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของนักเรียนจากคะแนนการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนคู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี

คอนสตรัคติวิสต์

1.1 งานวิจัยในประเทศ

เกื้อจิตต์ ฉิมทิน (2549, หน้า 62-64) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ชุดการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 84.09 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 60 ขึ้นไป

ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ชุด การสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้แก่ ทักษะ การทำงานกลุ่ม การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ความกล้าแสดงออก ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม และการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ภาวิณี คำซารี (2550, หน้า 112-113) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม และการคิด วิเคราะห์ ระหว่างวิธีเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน วิธีเรียน ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และวิธีเรียนตามคู่มือครู ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมี ความมุ่งหมายของการวิจัย 4 ประการดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครู ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ ในการแก้โจทย์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียน แบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการคิด วิเคราะห์ ระหว่างกลุ่ม ที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครู กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามแนว ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนที่กำลังเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 1,544 จาก 63 โรงเรียน 96 ห้อง โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ผลปรากฏว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครู มีความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วย วิธีเรียน ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค

STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ไม่แตกต่างกัน และสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครู 5) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน สูงกว่ากลุ่มนักเรียน ที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครู และกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ แต่กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครูกับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ (2551, หน้า 43-44) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การศึกษาครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมาย (1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (5) เพื่อศึกษาผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.08/89.40 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.84 3) นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเนื่องจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ อยู่ในระดับมากที่สุด

อุษา จันท (2552, หน้า 67-68) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การหาร ชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 70/70 2) เพื่อศึกษาความคาดหวังและแนวทางการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ตามความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสีย 3) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร โดยใช้ รูปแบบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหารโดยใช้รูปแบบแนวคิดของทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหัวบึง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 13 คน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร โดยใช้รูปแบบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

ฉลวย ทองโคกสูง (2554, หน้า 51-52) การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ และการคิดวิเคราะห์ รายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายที่สร้างตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) กับการ เรียนปกติ การศึกษาในครั้งนี้มุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์โดยใช้บทเรียนเครือข่าย รายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายที่สร้างตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 นำไปใช้ให้เกิดประสิทธิผล นักเรียนเกิดการพัฒนา ความรู้โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ที่พัฒนาสูงขึ้นและนักเรียน เกิดความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนบนเครือข่าย ผลการวิจัยพบว่า ค่าดัชนี ประสิทธิภาพ (E.I.) ของบทเรียนบนเครือข่าย รายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่สร้างตาม แนวคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.7618 ซึ่งแสดง ว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 76.18 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิด วิเคราะห์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง ($r_{xy} = 0.776$) อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ การคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการทำงานกลุ่ม การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ความกล้าแสดงออก ความเชื่อมั่น ในตนเองความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม และการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

กาญจนา นิลนวล (2558, หน้า 103) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัญหาและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลองเพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพ 3) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.14/82.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และสถานการณ์จำลอง มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Nali and Basser (2010, pp. 1-16) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อธรรมชาติการเรียนรู้และทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์จุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในด้านเนื้อหาวิชาสาขาต่างๆ ของคณิตศาสตร์ การจำแนกเนื้อหา จำนวนนับและจำนวนที่ไม่จำกัด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยโดกุลฮัลล์ ที่เรียนสาขาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 1 จำนวน 60 คน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกจัดการเรียนการสอนตามปกติ และกลุ่มที่สองจัดการเรียนการสอนแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติและนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แนวคิดทฤษฎี

คอนสตรัคติวิสต์มีทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีทัศนคติต่อการเรียนแตกต่างกันในการเรียนเนื้อหาเรื่องเซต สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนสามารถเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจและเห็นความสำคัญของการนำคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน

Harling (2014, pp. 58–A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมุมมองของนักเรียนเกรด 5 ในการเรียนรู้ โดยวิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความกดดันหรือความเครียด ซึ่งการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความตระหนักในตัวเอง การเห็นคุณค่าความเข้าใจความรู้สึกของคนอื่น และเห็นคุณค่าของความสัมพันธ์ของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนหญิงได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่านักเรียนชาย ทั้งกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มเรียนหญิงมีการพัฒนาขึ้น

Alsop (2014, pp. 3–17) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ จุดมุ่งหมายของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 61 คน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกจัดการเรียน การสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มที่สองจัดการเรียนการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลมี 3 ชนิด ได้แก่ แบบวัดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบสำรวจสภาพการจัดการเรียนการสอนและแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนการสอนตามปกติ สรุปได้ว่าการจัดการ การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง สามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างแม่นยำและส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเองด้วย

Kim (2015, pp. 7–19) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ การเข้าใจตนเองและกลวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน จุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสำเร็จใน การเรียนรู้ การเข้าใจตนเองและกลวิธี

การเรียนรู้ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศเกาหลี จำนวน 76 คน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 38 คน กลุ่มแรกจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มที่สองจัดการเรียนรู้ตามปกติ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 40 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้มี 4 ชนิด ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินความเข้าใจตนเอง และแบบประเมินกลวิธีการเรียนรู้ และ แบบสำรวจสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ มีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้ตามปกติ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไม่มีความสัมพันธ์ต่อการเข้าใจตนเองและกลวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน แต่มีผลต่อการเสริมแรงการกระตุ้นความสนใจในการเรียนและการควบคุมตนเองของนักเรียน และการจัด การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน วิชาคณิตศาสตร์มากกว่าการจัดการเรียนรู้ตามปกติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ การจัดการเรียนรู้แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เหมาะกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพราะสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้เกิดการพัฒนาสูงขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

2.1 งานวิจัยในประเทศ

อุดมรัตน์ ปยุฎา (2551, หน้า 112-113) ได้วิจัย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือ มีประสิทธิภาพ 81.03/78.07 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ มีประสิทธิภาพ 72.06/71.47 ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ มีค่าเท่ากับ 0.6810 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.10 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ มีค่าเท่ากับ 0.5484 หรือคิดเป็นร้อยละ 54.84 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม

การเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือมีแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่าจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ

ปราณี อ่อนศรี (2552, หน้า 106) ได้วิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานของนักเรียนพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (ACTOR MODEL) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นวิธีเพื่อการผ่อนคลาย (Approach to relaxation) 2) ขั้นการใช้ผังมโนทัศน์ (Conceptmapping) 3) ขั้นการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) 4) ขั้นการบริหารสมอง (Operation to Brain-Gym) และ 5) ขั้นการคิดไตร่ตรอง (Reflection) ประสิทธิภาพของรูปแบบ การเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานของนักเรียนพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก พบว่านักเรียนพยาบาลมีคะแนนความรู้ในวิชาการวิจัยทางการพยาบาล 1 ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนจุดตัด (Cut-offscore) ตามวิธีของเบอร์ก พบว่า คะแนนความรู้หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 29.01 ซึ่งสูงกว่าค่าคะแนนจุดตัด (24) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนพยาบาลมีคะแนนเจตคติต่อวิชาการวิจัยทางการพยาบาล 1 ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนพยาบาลมีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน มากกว่า 3.5 ($X = 3.91$, $S.D. = 0.86$) แสดงว่านักเรียนพยาบาลมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

อุษณีย์ ประเทพทิพย์ (2552, หน้า 72) ได้วิจัย การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมองเพื่อพัฒนาความรู้เชิงจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมองเพื่อพัฒนาความรู้เชิงจำนวนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 13 แผน ใช้เวลาเรียน 19 ชั่วโมง 30 นาที ในแต่ละแผนประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมอง 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การใช้กิจกรรมบริหารสมอง ขั้นที่ 2 การใช้วัตถุสิ่งของ ขั้นที่ 3 การใช้ รูปภาพ ขั้นที่ 4 การใช้สัญลักษณ์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนทดสอบ

ก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน อยู่ที่ร้อยละ 31.81 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 25

วิติญา มัณฑุสินธุ์ (2553, หน้า 105) ได้วิจัยการจำวิธีการแก้โจทย์ ปัญหาและ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างความจำตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างความจำตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานโดยวิธีการสร้างความเชื่อมโยงในการจดจำและ การจูงใจให้จำจดด้วยการให้รางวัล สามารถจำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้มากกว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างความจำตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานโดยวิธีการสร้างความเชื่อมโยงใน การจดจำและ การจูงใจให้จำจดด้วยการให้รางวัล และการเรียนรู้ตามปกติ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

อุดม วิเศษวิสัย (2553, หน้า 64) ได้วิจัย ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 33.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิโรชา แสงวระโทก (2554, หน้า 81-82) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทศนิยมและเศษส่วนการคิดวิเคราะห์ และความฉลาดทางอารมณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับแผน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อหาดัชนี ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 2 แบบ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเรื่องทศนิยมและเศษส่วน การคิดวิเคราะห์ และความฉลาดทางอารมณ์ของ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ ระหว่างก่อนและหลังการจัด

กิจกรรม และ (4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทศนิยมและเศษส่วน การคิดวิเคราะห์ และความฉลาดทางอารมณ์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.05/79.03 และ 80.60/75.23 ตามลำดับ 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ทศนิยม และเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.6529 และ 0.6050 3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทศนิยมและเศษส่วนการคิดวิเคราะห์ และความฉลาดทางอารมณ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีการคิด วิเคราะห์ และความฉลาดทางอารมณ์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .017 แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเรื่องทศนิยมและเศษส่วนไม่แตกต่างกัน

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Bello (2012, unpagged) ได้ศึกษาผลการศึกษาศึกษาของครูฝึกในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในการสอนการหารและเศษส่วนของนักเรียน ระดับ 5 ในโรงเรียนเอกชนโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูที่สอนระดับ 5 โรงเรียนเอกชน ที่ผ่านการสอนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน แล้วนำไปใช้สอน นักเรียนเกี่ยวกับโครงสร้างการคิดในวิชาคณิตศาสตร์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้ว สรุปได้ว่าสามารถช่วยพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยนำไปใช้ในห้องเรียน ปรับปรุง หลักสูตรและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เรื่องการหารและเศษส่วน ซึ่งมีกลุ่มประชากรคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 กลุ่ม จำนวน 58 คน ครู 23 คน โดยให้ตอบแบบสอบถามหลังจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในการจัดการเรียนคณิตศาสตร์มาแล้ว ผลการศึกษพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานช่วยพัฒนานักเรียนให้มีทักษะการคิด เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นตามลำดับและสามารถนำมาปรับปรุงเป็นหลักสูตร สำหรับสอนนักเรียนได้

Levine (2012, pp. 9–13) ได้ศึกษาและวิจัยเรื่องสมองเป็นฐานว่า ช่วยจำแนกแยกแยะ และปฏิบัติต่อนักเรียนที่เรียนช้า นักเรียนที่ไร้ความสามารถ เรียนต่ำกว่าเกณฑ์ปกติในระดับเดียวกันได้ใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาการอ่าน การเขียนตามวิธีใช้สมองเป็นฐานกับนักเรียนทั้งหมดในห้องการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับสมอง จิตใจ ได้เข้าใจการจัดการศึกษาที่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนยอมใช้วิธีเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งโรงเรียนไม่แน่ใจว่าทำได้ผล โรงเรียนไม่พึงพอใจเมื่อนักเรียนไม่สามารถพัฒนาในด้าน การอ่าน การเขียน วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาเฉพาะการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้อธิบายเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาการอ่าน การเขียนต่ำกว่าเกณฑ์ปกติในระดับเดียวกันกับนักเรียนทั้งหมดในห้อง โดยอธิบายว่าวิธีใช้สมองเป็นฐานช่วยแยกแยะนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าเกณฑ์ปกติเหล่านี้ได้

Ozden and Gultekin (2014, pp. 1–17) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดตามสมองเป็นฐาน (Brain-based Learning : BBL) ด้วยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้น เกรด 5 ปีการศึกษา 2012–2013 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นห้องทดลอง ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (The Principles of Brain-based Learning) 3 ระยะเวลาที่สำคัญ คือ ชั้นเรียนรู้ อย่างมุ่งมั่น (Orchestrated Immersion) ชั้นเรียนรู้อย่างผ่อนคลาย (Relaxed Alertness) และชั้นเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active Processing) และห้องควบคุมที่ใช้รูปแบบการสอนปกติ ห้องละ 22 คน ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์จากโรงเรียน Kutahya Abdurrahman Pasa Primary School ใช้เวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง และทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังจากทดลอง 3 สัปดาห์ เก็บข้อมูลจากการทดสอบผล

Miller and Robertson (2014, pp. 242–255) ได้ศึกษาผลของการใช้ เกมส์ที่ส่งผลต่อทักษะการคิดคำนวณ และการเข้าใจตนเอง (Self-perception) ของเด็กนักเรียน อายุระหว่าง 10–11 ปี จำนวน 71 คน จาก 3 ห้องเรียน ในปีการศึกษา 2012 จาก East Scotland โดยนักเรียนกลุ่มแรก จำนวน 21 คน ให้เล่นเกมฝึกสมอง (Brain Training) 20 นาทีทุกวัน นักเรียนกลุ่มที่ 2 จำนวน 31 คนใช้เกมส์ฝึกกีฬา (Brain Gym) และกลุ่มที่ 3 นักเรียน จำนวน 19 คนเป็นกลุ่มควบคุม ใช้เวลาทดลอง จำนวน 10 สัปดาห์ เก็บข้อมูลจากแบบทดสอบทักษะการคิดคำนวณ ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มที่ฝึกด้วยเกมส์ มีทักษะการคิดคำนวณหลังการทดลองสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสามารถสรุปได้ว่า ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ควรจัดให้ตรงกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน ซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานทำให้เห็นความสำคัญของสมองที่พัฒนาตามธรรมชาติทางการเรียนรู้ เทคนิคการเรียนรู้อย่างอาศัยแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมองเป็นตัวช่วยส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและงานวิจัยจากต่างประเทศ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เนื่องจากเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับวิชาคณิตศาสตร์ เพราะการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้นเป็นการเรียนรู้ ที่มุ่งให้นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง แต่ไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสมองเป็นฐานคือ การเรียนรู้ที่ทำให้เด็กเกิดการตื่นตัวแบบผ่อนคลาย สร้างบรรยากาศให้เด็กไม่รู้สึกละอายเหมือนถูกกดดัน แต่มีความท้าทาย ชวนให้ค้นหาคำตอบ การทำให้เด็กจดจ่อในสิ่งเดียว โดยการใช้อุปกรณ์หลายๆ แบบรวมทั้งยกปรากฏการณ์จริงมาเป็นตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้หลายๆ อย่าง และการทำให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำของตนเองการจัดการเรียนรู้อย่างใช้ สมองเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการใช้เหตุผลได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงคาดหวังว่าคู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐานจะสามารถเสริมสร้างและพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้สูงขึ้นได้เป็นอย่างดี