

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) และจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกมผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 2.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 2.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 2.3 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.3 องค์ประกอบในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.4 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.5 ความคิดวิจารณ์กับวิชาคณิตศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.3 หลักการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.4 ลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.6 ข้อควรคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.7 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
 - 5.1 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

- 5.2 แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 5.3 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 6. เกม
 - 6.1 ความหมายของเกม
 - 6.2 ประเภทของเกม
 - 6.3 การนำเกมมาสอนในวิชาคณิตศาสตร์
- 7. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกม
- 8. เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกม
- 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 9.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT)
 - 9.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดให้การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม (มาตราที่ 4) การจัดการศึกษาจึงเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม (มาตราที่ 6) และที่สำคัญการจัดการศึกษาตามหมวดที่ 4 มาตราที่ 22 ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ส่วนในมาตราที่ 23 ได้กำหนดให้การจัดการศึกษานับความสำคัญทั้งด้านความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ให้ความรู้เกี่ยวกับตนเอง และความสำคัญกับสังคม มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มีความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์และภาษารวมทั้งมีทักษะการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข มาตราที่ 24 ได้กำหนดให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยการจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน มีการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

ในการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น ส่วนในด้านการประเมินได้กำหนดให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนตามมาตรา 26 ว่าให้ประเมินโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรม และการทดสอบควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 2,5,12-14) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กำหนดให้สถานศึกษาจัดหลักสูตรสถานศึกษา โดยยึดหลักสูตรแกนกลางเป็นหลัก และมีสาระการเรียนรู้ทั้งหมด 8 สาระ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นสาระหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยกว่าสาระอื่น ๆ เพราะคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพผู้เรียนที่ระบุไว้ในคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นเป้าหมาย ของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในแต่ละช่วงชั้นให้กับผู้เรียนที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ซึ่งต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีเจตคติต่อสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น จึงต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความสมดุลทางด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และ ค่านิยม ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2545 : 2)

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ได้
2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547 : 1-5) กล่าวว่า สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถตามที่กำหนดไว้ในความมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ข้อ 4 คือ มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะการดำรงชีวิต

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้หลักดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ เป็นสาระพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับระบบจำนวน ทฤษฎีเกี่ยวกับจำนวน เศษส่วน ทศนิยม การบวก การลบ การคูณ และการหาร

สาระที่ 2 การวัด เป็นสาระพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง การหาพื้นที่ การหาปริมาตร ทิศ แผนที่ เวลา วัน เดือน ปี และ เงิน

สาระที่ 3 เรขาคณิต เป็นสาระพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ รูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

สาระที่ 4 พีชคณิต เป็นสาระพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องจำนวน เช่น สมการ แบบรูป (pattern)

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น เป็นสาระพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ แผนภูมิ กราฟ การนำเสนอข้อมูลและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสาระพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นแนวทางในการกำกับ ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา และเป็นหลักในการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์จากการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์แต่ละมาตรฐานได้จัดอยู่ภายใต้สาระการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย 4 มาตรฐาน คือ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวน ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้อการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน คือ

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน คือ

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning)

และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน คือ

มาตรฐาน ค 4.1 : เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

(Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วย 3 มาตรฐาน คือ

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์

ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและ

แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1 มาตรฐาน คือ

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บทประยุกต์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในเนื้อหาสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดทำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) จำนวน 11 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกมจำนวน 11 แผน

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสมองที่นักการศึกษาและจิตวิทยาได้ศึกษาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

บลูม (ลัวน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 41-44 ; อ้างอิงจาก Bloom. 1956 : **Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain.** pp. 31-42) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไรอะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

รัชเชลล์ (Russel. 1956 : 281-282) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินใจในเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสินใจ

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson & Glaser. 1964 : 11) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงออกทางจิตใจ ต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความอย่างเที่ยงตรงและการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติและความรู้

กู๊ด (Good. 1973 : 680) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

อนนิส (Emmis. 1985 : 83) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการประเมินข้อความได้ถูกต้อง เป็นการคิดแบบตรรกตรงและมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

ดิวิต (ลักษณา สิริวัฒน์. 2549 : 68 ; อ้างอิงจาก Dewey. 1933. **How We Think.** p.118) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 9) ให้ความหมายของการวิเคราะห์และการคิดวิเคราะห์ว่าการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่า

มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง ทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร การคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของเรื่องราวหรือเหตุการณ์และความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

ณาดยา อุทัยรัตน์ (2549 : 14-15) กล่าวถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใดและส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้น แต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical ability) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่า ประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไร และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด ทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมิน และตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้นิยามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

บลูม (Bloom. 1976 : 148-150) ได้สรุปองค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสามารถแยกเป็นส่วนย่อยได้ ข้อความบางข้อความอาจเป็นจริง บางข้อความอาจเป็นคำนิยามและบางข้อความเป็นความคิดของผู้เขียน ซึ่งการคิดวิเคราะห์เนื้อหาประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ ในข้อมูล
- 1.2 ความสามารถในการแยกแยะความจริงออกจากสมมติฐาน
- 1.3 ความสามารถในการแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่น ๆ
- 1.4 ความสามารถในการบอกถึงสิ่งจูงใจและการพิจารณาพฤติกรรมของบุคคล
- 1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อความปลีกย่อย

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการตัดสินใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลัก ๆ ได้ ทั้งความสัมพันธ์ของสมมติฐานและความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป และยังรวมไปถึง

ความสัมพันธ์ในชนิดของหลักฐานที่นำมาแสดงด้วย ในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์สามารถแยกได้ดังนี้

- 2.1 ความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดในบทความต่าง ๆ
- 2.2 ความสามารถในการระลึกได้ว่าสิ่งใดเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้น
- 2.3 ความสามารถในการแยกความจริง ที่เป็นความสำคัญของสมมติฐานนั้น
- 2.4 ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานที่ได้มา
- 2.5 ความสามารถในการแบ่งแยกความสัมพันธ์ของสาเหตุ
- 2.6 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้ง สิ่งที่ตรงและไม่ตรงกับข้อมูล
- 2.7 ความสามารถในการสืบหาความจริงของข้อมูล
- 2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์และแยกรายละเอียดที่สำคัญได้

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการ ในการคิดวิเคราะห์ หลักการนี้ จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์และมโนทัศน์ ซึ่งการวิเคราะห์หลักการสามารถแยกได้ดังนี้

- 3.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ
- 3.2 ความสามารถในการวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน
- 3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดประสงค์
- 3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ทัศนคติในด้านต่าง ๆ
- 3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์เทคนิคและวิธีการ
- 3.6 ความสามารถในการรู้แ่งคิดและทัศนคติต่าง ๆ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547 : 26-30) กล่าวว่า องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สำคัญมี 4 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ เป็นการพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรงคือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏอันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ การที่จะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้น จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีทั้งหมดหมู่ จัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม การเป็นคนช่างสังเกตสามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยไป แต่หยุดพิจารณา ขบคิดไต่ตรอง และต้องเป็นคนช่างถาม ชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ช่างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้ เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้างเกี่ยวข้องกันอย่างไร เมื่อเกิดเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง สาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นี้ องค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น วิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้ สิ่งนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง แนวทางแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต และคำถามอื่น ๆ ที่มุ่งหมายการออกแรงทางสมองให้ต้องขบคิดอย่างมีเหตุมีผลเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้น ความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร ทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา การประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 17) กล่าวว่า องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สำคัญมี 3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์ เชิงเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญเป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

จากนิยามของนักการศึกษาที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่ การจำแนกแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและสมมติฐานแล้วนำมาตีความและสรุปความได้

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่ การเชื่อมโยงข้อมูล ตรวจสอบแนวคิดสำคัญและความเป็นเหตุเป็นผล แล้วนำมาหาความสัมพันธ์ในแต่ละสถานการณ์ได้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ ได้แก่ การวิเคราะห์รูปแบบ โครงสร้าง เทคนิค วิธีการและการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด โดยสามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและทัศนคติได้

2.3 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ลัวน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 149-154) คือ การวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์ เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพในการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การคิดวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมการด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณาวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์มูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง เป็นการเปรียบเทียบว่าเหตุผลใดถูกต้องที่สุด ตัวอย่างถามเช่น คณิตศาสตร์สาขาใดต้องใช้เหตุผลมากที่สุด

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น ต่างติดต่อกันเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ตัวอย่างคำถาม เพราะเหตุใดรุ่งจึงโค้งตามแนวโค้งของโลก

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวที่ว่ายึดถือหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใดอาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งโดยอาศัยหลักการใด

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการศึกษาหาระดับความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่ามีจุดมุ่งหมายอะไร แต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร โดยแบ่งออกตามเนื้อหาที่วัด ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดในระดับสูงที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล มีการศึกษาข้อเท็จจริง ถือว่าเป็นทักษะการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในโลกปัจจุบันเราควรทำความเข้าใจ ถึงความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เนื่องจากมีนักจิตวิทยา นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายคนได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายลักษณะ ซึ่งแตกต่างกันออกไปตามมุมมอง อาทิ

ดิวอี้ (Dewey. 1933 : 30) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ต่อความเชื่อหรือความรู้ต่าง ๆ โดยอาศัยหลักฐานมาสนับสนุนความเชื่อหรือรู้นั้น รวมทั้งข้อสรุปที่เกี่ยวข้อง และดิวอี้ ได้อธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่ามีขอบเขตอยู่ระหว่าง 2 สถานการณ์ คือ การคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่ยุ่งยากและสับสน และสิ้นสุดหรือจบลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 12) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson & Glaser. 1964 : 10) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดที่ประกอบด้วย เจตคติ ความรู้ และทักษะ โดยที่เจตคติหมายถึงเจตคติต่อการแสวงหาความรู้ และยอมรับการแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริงแล้วใช้ความรู้ด้านการอนุมานมาสรุปใจความสำคัญ และการสรุปเป็นกรณีทั่วไป โดยตัดสินใจจากหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับหลักตรรกวิทยา ตลอดจนทักษะในการใช้เจตคติและความรู้ดังกล่าว มาประเมินผลความถูกต้องของข้อความ

กู๊ด (Good. 1973 : 630) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อมูลสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการ ตรรกวิทยา ได้ถูกต้องสมเหตุสมผล

ฮัดจิ้นส์ และเอเดลแมน (Hudgins & Edelman. 1977 : 173-206) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐาน เพื่อการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ทักษะการคิดที่กล่าวมาข้างต้นหมายถึงการเปรียบเทียบการแตกต่าง (Contrasting) การคาดเดา (Predict) วิธีการอุปนัย การสรุปนัยทั่วไป การพิจารณากรณีเฉพาะ (Generalizing) การจำแนก การจัดจำพวก วิธีการนิรนัย การหยั่งเห็น การหากฎเกณฑ์ของลำดับ การเรียงลำดับเหตุการณ์หรือเหตุผล การหารูปแบบ

เอนนิส (Ennis. 1985 : 1) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลมีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดที่ควรทำ ช่วยให้ตัดสินใจในสภาพการณ์ได้ถูกต้อง

ฮาลเพิร์น (Halpem, 1996 : 205) กล่าวถึงความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นกระบวนการทางความคิดและใช้เหตุผล โดยนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการคิดหาข้อสรุปเพื่อเพิ่มโอกาสของความสำเร็จให้มากขึ้น เป็นการคิดที่มีเป้าหมายแน่นอน มีเหตุผล สามารถแก้ปัญหา คำนวณหาความเป็นไปได้ และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแตกต่างจากความคิดแบบไม่มีเป้าหมาย เช่น การคิดฟุ้งซ่าน หรือคิดเพ้อฝัน ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นการคิดที่ยึดเอาผลลัพธ์เป็นหลัก ผู้คิดสามารถประเมินผลที่ได้จากกระบวนการคิดของตนโดยดูว่าที่ตัดสินใจไปนั้นถูกต้องหรือไม่ ปัญหาที่แก้ไขแล้วได้ผลเป็นอย่างไร

สุกัญญา วุฒิรัตน์ (2547 : 25) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึงกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบใคร่ครวญ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผลในข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้ เพื่อลงสรุปที่ถูกต้องว่า ควรเชื่อหรือไม่เชื่อ ในสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ได้รับมา เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่การสรุปที่เป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 9) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบมีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานที่เชื่อถือได้เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่าสิ่งใดถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ หรือสิ่งใดควรทำ

ทับทิม สุกใส (2548 : 26) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่มีปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่มีความคลุมเครือ โดยใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผลสำหรับการตัดสินใจ

จากความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง การใช้ความคิดในลักษณะวิเคราะห์ สังเคราะห์ตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผล จากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์ และการคาดเดา โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในแง่มุมต่าง ๆ ว่าอะไรคือความจริง อะไรคือความถูกต้อง คิดด้วยความรอบคอบระมัดระวัง ใช้สติปัญญา และทักษะการคิดอย่างไตร่ตรอง มีวิจารณญาณมากกว่าการใช้อารมณ์ที่ทำให้เกิดความลำเอียง ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจ ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นความคิดที่เปิดกว้าง มีเป้าหมายที่แน่นอน มีเหตุผล มีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถตรวจสอบความคิดและประเมินความคิดของตนเองได้

3.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการพิจารณานิยามและความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิดซึ่งมีนักการศึกษา

และนักจิตวิทยาหลายท่านได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson & Glaser. 1964 : 10-15) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย เจตคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. การอุปนัย
2. การระบุสมมติฐาน
3. การอุปมาน
4. การตีความ
5. การประเมินการอ้างเหตุผล

อนนิส (Emmis. 1985 : 46) ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. นิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น
2. การตัดสินใจข้อมูล ได้แก่ การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง
3. การสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและการตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัยและนิรนัย

จอห์น และ คาร์ทีริน (John & Catherine) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. อุปมาอุปไมย เป็นการวัดความสามารถของเด็กในเรื่องของการหยั่งรู้ ถึงความสำคัญระหว่าง 2 คำและเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วทำให้สมบูรณ์
2. การอนุมาน เป็นการวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับการประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น โดยเฉพาะสามารถแยกได้ว่า ประโยคไหนหรือข้อโต้แย้งไหนใช้หลักตรรกศาสตร์ที่ผิด
3. หลักฐานที่หายไป เป็นความสามารถในการคิดแยกหรือหาหลักฐานที่หายไปเพื่อนำมาทำให้สมบูรณ์ตามหลักของการอนุมานทางตรรกศาสตร์ เมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้สิ่งนั้นสามารถสรุปได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โดยเฉพาะความสามารถที่จะวินิจฉัยข้อสรุปที่นำมาสนับสนุน

4. ความสัมพันธ์ทางด้านนามธรรม เป็นการวัดความสามารถทางการศึกษาข้อมูล และสังเคราะห์ด้านตรรกศาสตร์ที่มีอยู่จริง

5. การสังเคราะห์ลำดับ เป็นการฝึกให้นักเรียนสังเคราะห์ประโยคหรือข้อมูลที่ให้มาว่า ถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการวัดความสามารถในการจัดการด้านความคิดและ ทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง

6. ยุทธวิธีไขปัญหา เป็นส่วนที่ประกอบด้วย การตรวจสอบข้อมูลของคำถาม ข้อมูลที่มี ส่วนต่าง ๆ ที่แยกออกมา เปรียบเทียบยุทธวิธีต่าง ๆ ที่ดีที่สุดเพื่อนำไปสรุปความขั้นตอนนี้เป็น การวัด ความสามารถของนักเรียนในการประมาณค่าของข้อมูลและนำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ ที่สุด

7. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น จะประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ และปัญหาต่าง ๆ ที่มีทั้งชัดเจนและตรงประเด็น ในการที่จะตอบปัญหาหรือแก้ปัญหานั้นจะวัด ความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและวิจารณ์ญาณในการคัดแยกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือไม่ครบถ้วน

8. การวิเคราะห์คุณลักษณะ ในส่วนนี้จะประกอบด้วยรูปแบบที่เหมือนกันหรือที่ คล้ายคลึงกันและหลากหลายลักษณะหรือมีสัญลักษณ์ประจำตัวที่พิเศษซึ่งบรรจุอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ในส่วนนี้จะวัดความสามารถของเด็กนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์รูปแบบ การตัดสินใจ อย่างมีวิจารณ์ญาณการใช้สมมติฐานเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจว่าลักษณะใดหรือสิ่งใดที่ถูกต้อง

ทับทิม สุกใส (2548 : 31) ได้สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณไว้ว่า การคิดอย่าง มีวิจารณ์ญาณประกอบด้วยกระบวนการและทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด นับตั้งแต่การเผชิญ ปัญหา จนถึงลงสรุปและประเมินเกี่ยวกับประเด็นปัญหา สามารถจัดกระบวนการการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณได้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา คือ การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็น ความสามารถในการระบุในความสำคัญของเรื่องหรือ เหตุการณ์ สถานการณ์ การอ้างเหตุผล การใช้ เหตุผลต่าง ๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล ระบุความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของ ความคิดหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป ระบุเงื่อนไขเบื้องต้น รวมถึงความสามารถในการ กำหนดคำถามซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และชัดเจนของปัญหา

2. เสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ ความสามารถในการเลือกหรือรวบรวมข้อมูล การกำหนดว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ ความถูกต้องได้ และความเพียงพอของข้อมูล ตัดสินความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันหรือไม่

3. วิเคราะห์ข้อมูล คือ การวินิจฉัย การสังเคราะห์ลำดับ ยุทธวิธีไขปัญหาการตัดสินใจ ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ติความข้อเท็จจริง วิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ ตัดสินความเกี่ยวข้องของประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้องของปัญหา

4. ประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบ คือ ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล หรือประเมินการสรุปอ้างอิงโดยพิจารณาตัดสินและประเมินโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือการทำความเข้าใจประเด็นปัญหา แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และนำมาจัดระบบของข้อมูลแล้วจัดลำดับความสำคัญเพื่อใช้ในการตั้งสมมติฐาน โดยการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อสรุปแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์คือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน และประเมินความสมเหตุสมผลว่าสมเหตุสมผลหรือไม่

3.3 องค์ประกอบในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ริชาร์ด (สุวิทย์ มูลคำ, 2547 : 12 ; อ้างอิงจาก Richard, 1992. **Center for Critical Thinking**. p. 17) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมี เหตุผลนั้น มี 7 ประการ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคิดเพื่อหาความรู้
2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการรู้ คือผู้คิดสามารถระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้คำตอบ
3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล หรือความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาควรมีความกว้าง ลึก ชัดเจน ยึดหยุ่นได้และมีความถูกต้อง
4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน ถูกต้องและมีความเพียงพอในการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล
5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มี อาจรวมถึงกฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล แนวคิดที่ได้มานั้นต้องเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ และต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย
6. ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสันนิษฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินได้เพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล
7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ สามารถมองการณ์ไกล มองถึงผลที่ตามมา รวมถึงการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson & Glaser. 1964 : 10-15) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย ทักษะ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ทักษะในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะค้นหาข้อมูล หลักฐาน มาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้ในการหาแหล่งอ้างอิง และการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล

1.3 ทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะคิดดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์

2. การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องวัดความมารถย่อย ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ด้าน ดังนี้

2.1 ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inferences) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อมูล หรือการสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่ปรากฏในข้อความที่กำหนดให้

2.2 ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumption) หมายถึง ความสามารถพิจารณาจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

2.3 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) ความสามารถในการจำแนกว่า ข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างแน่นอนและข้อความใดไม่เป็นผลต่อความสัมพันธ์นั้น

2.4 ความสามารถในการตีความ (Interpretation) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่า ข้อสรุปใดเป็นหรือไม่เป็นความจริงตามที่สรุปได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of arguments) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นการอ้างเหตุผลที่หนักแน่น

นอริส และ เอนนิส (ลักษณะ สิริวัฒน์. 2549 : 94-96 ; อ้างอิงจาก Norris & Ennis. 1989. **Evaluating critical thinking.** p. 139) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 2 ประเภทที่สัมพันธ์กัน คือ ความสามารถ (Abilities) และคุณลักษณะ (Disposition) ดังรายละเอียดคือ

1. ความสามารถ (Abilities) ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีดังนี้

ความกระจ่างชัดเบื้องต้น (Elementary clarification)

ถามได้ตรงประเด็น

วิเคราะห์การอ้างเหตุผล

ถามและตอบคำถามได้ชัดเจน และทำทาย

ข้อมูลสนับสนุน (Basic support)

การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

มีการสังเกต

การสรุปอ้างอิง (Inference)

การนิรนัย

การอุปนัย

การตัดสินใจคุณค่า

การกระจ่างชัดขั้นสูง (Advanced clarification)

กำหนดปัญหา และอธิบายคำจำกัดความของปัญหา

ระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ยุทธวิธี และกลยุทธ์ (Strategies and tactics)

การตัดสินใจลงมือกระทำ

ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

2. ลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Dispositions) มีดังนี้

ตั้งคำถามหรือค้นหาข้อมูลที่ผ่านมา

ค้นหาเหตุผล

การแสดงออกอย่างมีเหตุผล

การอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

การทำความเข้าใจเรื่องราวในสถานการณ์ปัญหา

การบอกถึงใจความสำคัญ

การเก็บจำความรู้พื้นฐาน

การสร้างทางเลือก

การเปิดใจกว้าง

ยอมรับ หรือพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น

ใช้เหตุผลเป็นจุดเริ่มต้น และเป็นเหตุผลที่ได้รับการยอมรับ

ตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูล และเหตุผลอย่างเพียงพอ

มีจุดยืนและสามารถเปลี่ยนจุดยืนได้เมื่อหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนเพียงพอ

ค้นหาเหตุผลให้มาก เพื่อความถูกต้อง

จัดการเรื่องต่าง ๆ อย่างมีระเบียบ

นำความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาใช้

มีความไวต่อความรู้สึก ระดับความรู้ และระดับการอ้างเหตุผลของผู้อื่น

เดรสเซล และ เมย์ฮิว (Dressel & Mayhew. 1975 : 179) ได้เสนอแนวคิดว่าการคิด

อย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถต่างๆ 5 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจหรือตระหนักถึงความมีอยู่ของปัญหาและสามารถที่จะกำหนดปัญหาได้ ประกอบด้วย ลักษณะต่อไปนี้

1.1 ความสามารถในการตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การรู้ถึงเงื่อนไขต่างๆที่มีความสัมพันธ์กันในสภาพการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสภาพการณ์ และความสามารถในการระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดเหตุการณ์หรือการคิดและการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

1.2 ความสามารถในการนิยามปัญหา ได้แก่ การระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้ปัญหา สามารถนิยามองค์ประกอบข้อปัญหาซึ่งมีความยุ่งยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็น ส่วนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ สามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา สามารถจัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. ความสามารถในการเลือกหรือรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา โดยการพิจารณาความเพียงพอของข้อมูล ประกอบด้วย ความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่เชื่อถือได้กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือไม่ได้ ความสามารถในการยอมรับหรือไม่ การเลือกตัวอย่างของข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นหรือจัดระบบข้อมูลได้ว่า ข้อมูลใดเป็นข้อมูลจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น และมีความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลมากน้อยเพียงใด ประกอบด้วย ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ ความสามารถในการระบุข้อตกลงที่คัดค้านการอ้างเหตุผล และความสามารถในการระบุข้อตกลงที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล

4. ความสามารถในการกำหนดและตั้งสมมติฐานจากปัญหา โดยการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้นประกอบด้วยการค้นหา การชี้แนะคำตอบ การกำหนดสมมติฐานต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้นที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด พิจารณา เป็นอันดับแรก การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูล และการกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบ และเป็นข้อมูลที่จำเป็น

5. ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลหรือการประเมินการสรุปอ้างอิง โดยพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล และประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย

5.1 ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุความสำคัญระหว่างคำกับประพจน์ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นเพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และความสามารถในการระบุและการกำหนดข้อสรุป

5.2 ความสามารถในการตัดสินพิจารณาความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่จะนำไปสู่ข้อสรุปได้แก่การจำแนกข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยค่านิยมความพึงพอใจ และความลำเอียง การจำแนกกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอนกับการหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

5.3 ความสามารถในการประเมินข้อสรุป โดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ได้ ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และตัดสินความพอเพียงของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

นิตเลอร์ (ทับทิม สุกใส. 2548 : 29 ; อ้างอิงจาก Kneidler. 1985. **Cognitive Science**. p. 277) ได้กำหนดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็น 3 กลุ่มคือ

1. การนิยาม และการทำความเข้าใจของปัญหา ซึ่งจำแนกเป็น 4 ความสามารถย่อยได้แก่

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุใน ความสำคัญของเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผล ภาพลัทธิทางการเมือง การใช้เหตุผลต่าง ๆ และข้อสรุป ในการอ้างเหตุผล

1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างบุคคล วัตถุ สิ่งของ ความคิดหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกกระหว่าง ข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้งการจำแนกกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสม ซึ่งเป็นความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่ง จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาแบ่งเป็น 5 ความสามารถย่อยได้แก่

2.1 การจำแนกหลักฐาน เป็นลักษณะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ซึ่งพิจารณาตัดสินโดยใช้เหตุและผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่างๆ เพื่อการพิจารณาตัดสินลักษณะคุณภาพของการสังเกตและการคิดหาเหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินว่า ข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนด มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้าง เป็นความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ในการอ้างเหตุผล เป็นความสามารถของการระบุความคิดที่บุคคลยึดถือหรือความคิดตามประเพณีนิยม

2.5 การระบุความมีอคติปัจจัยทางอารมณ์ และการโฆษณา เป็นความสามารถในการระบุความมีอคติในการอ้างเหตุผล และการตัดสินใจความเชื่อถือได้ ของแหล่งข้อมูล

2.6 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ เป็นความสามารถในการระบุความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงข้อสรุป จำแนกเป็น 2 ความสามารถย่อยได้แก่

3.1 ข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุปการตัดสินใจ หรือการกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้หรือไม่

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ เป็นความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ความสามารถในการอุปนัย ความสามารถในการนิรนัย และความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น โดยมีกระบวนการประสานกันอย่างเหมาะสม ทำให้เกิดพฤติกรรมที่เหมาะสมในการดำรงชีพอย่างมีคุณภาพ

3.4 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบ ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบ มาตรฐานซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้วกับแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นใช้เอง ดังที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542 : 85 – 91) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีผู้สร้างไว้แล้ว เช่น Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal, Critical Thinking Test

2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นใช้เอง ซึ่งการสร้างแบบทดสอบในลักษณะนี้ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิดเมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบของการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดหรือลักษณะเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบการคิดนั้น ๆ ซึ่ง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ได้เสนอการสร้างแบบทดสอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้เป็นขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ

สิ่งสำคัญของการสร้างแบบทดสอบ ก็คือ การกำหนดจุดมุ่งหมาย ซึ่งผู้พัฒนาแบบทดสอบที่ใช้วัดจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบด้วยว่า ต้องการวัดความสามารถทางการคิดทั่ว ๆ ไป หรือต้องการใช้วัดความสามารถทางการคิดเฉพาะวิชา (Aspect specific)

2.2 กำหนดกรอบการวัดและการนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบทดสอบที่ใช้วัดควรศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

2.3 สร้างผังข้อสอบ (Table of Specification)

การสร้างผังข้อสอบ เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องการว่าต้องการให้ครอบคลุมโครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้าง และแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

ตาราง 1 ตัวอย่างผังข้อสอบสำหรับการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบที่ต้องการวัด	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ
1. ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล	25	10
2. ความสามารถในการอุปนัย	25	10
3. ความสามารถในการนิรนัย	25	10
4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	25	10
รวม	100	40

2.4 เขียนข้อสอบ

กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน จากนั้นก็ลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจข้อสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ

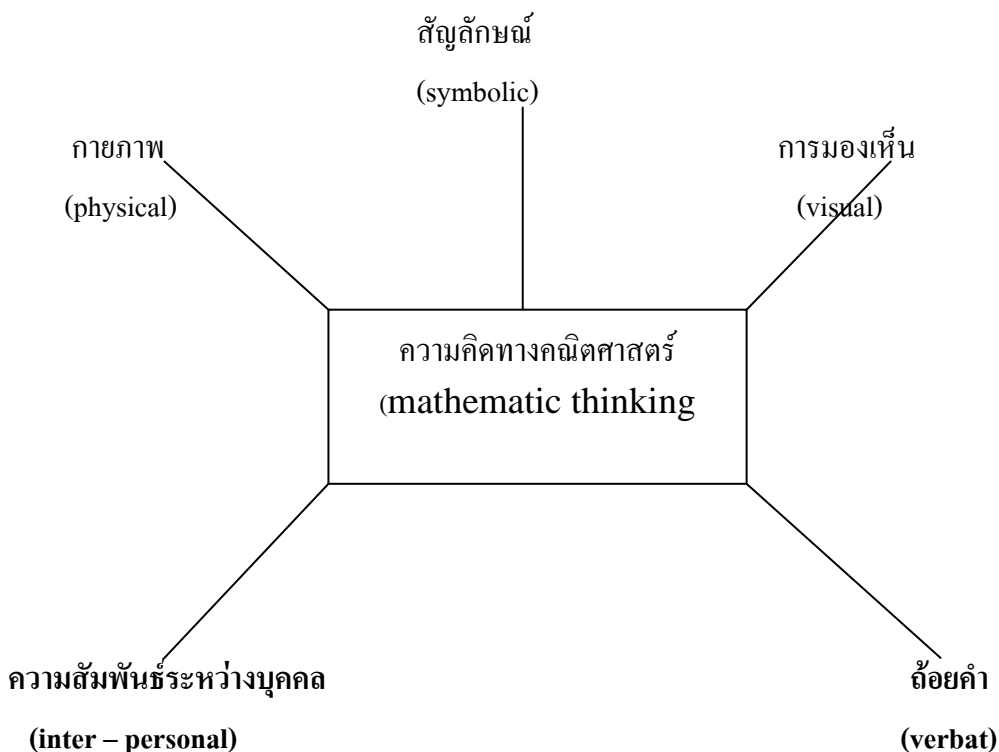
2.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง

วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อในด้านความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพและปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม

2.6 นำแบบทดสอบไปใช้จริง

3.5 ความคิดวิจารณ์ญาณกับวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นแนวทางแก้ปัญหาในใจ แก้ปัญหามนแผ่นกระดาษ และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Fisher, 1992 : 208) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนพัฒนาการคิดในหลายแนวทางตามภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์

ความคิดทางคณิตศาสตร์ (mathematic thinking)

การใช้ถ้อยคำ (Verbal) โดยผ่านการพูด การใช้หลักทางภาษาศาสตร์ การใส่คำพูดเป็นกระบวนการของแผนการสร้างความรู้และความหมายสำหรับคนคนหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Inter- personal) เป็นการเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกัน สังเกตผู้อื่น การเปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามปัญหา และการอภิปรายปัญหาร่วมกัน

กายภาพ (Physical) การใช้ลักษณะทางกายภาพมาปฏิบัติในงานคณิตศาสตร์ โดยการทำงานกับเครื่องมือที่เหมาะสมกับการจัดหาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการประยุกต์การปฏิบัติไปสู่กายภาพระดับโลก

การมองเห็น (Visual) เป็นการนำกระบวนการลงในรูปแบบฟอร์มรูปภาพ การสร้างแผนภูมิเพื่อการมองเห็นปัญหา การมองรูปแบบและทรงวัตถุด้วยการสัมผัสทางประสาทตาการคิดในทอมนของช่วงว่างและอวกาศ การสื่อสารด้วยกราฟ

สัญลักษณ์ (Symbolic) ใช้การเขียนคำและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมนำสู่การแปลความหมาย การบันทึกและการทำงานเกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์ การใช้ระบบบันทึกที่แตกต่างกัน การแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดไตร่ตรองอย่างรอบครอบเกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่มีอยู่ หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่ไม่ชัดเจนคลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4. การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ซึ่งมาจากฐานความคิดเรื่องการเรียนของมนุษย์ที่เกิดจากการรับรู้และกระบวนการ โดยผ่านกระบวนการของสมองทั้งสองซีก โดยสมองซีกขวาดำเนินเรื่อง การสังเคราะห์ จินตนาการ การมองภาพรวม การเคลื่อนไหว มิติสัมพันธ์ ศิลปะ และสุนทรียภาพ ในขณะที่สมองซีกซ้ายจะดำเนินเรื่องรายละเอียด ภาษา ความจำ การจัดลำดับ วิเคราะห์

4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ได้มีนักวิชาการกล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ดังต่อไปนี้

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990 : 1) และ นาวิกาทอร์ (Navigator, 2005 : 1) กล่าวว่าไว้ทำนองเดียวกันว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) คือ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมลักษณะของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ เข้าด้วยกันด้วยการนำวิธีการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาเข้ามาร่วมกัน ผสมหลัก

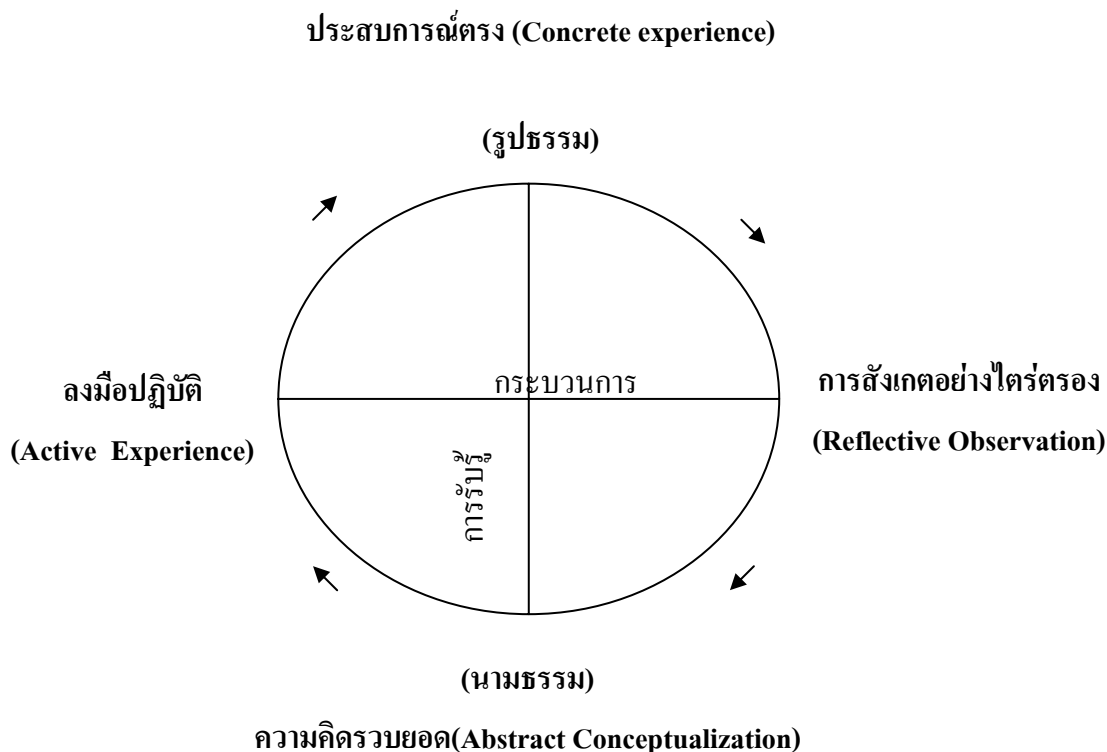
พื้นฐานของหลายทฤษฎี การพัฒนาบุคคลกับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการทำงานของสมองและการเรียนรู้ในปัจจุบัน และยังใช้เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยรวบรวมความแตกต่างของรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน พหุปัญญา และกระบวนการทำงานของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา

ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ (2542 : 13) อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542 : 62) พยงค์ จิระพงษ์ (2544 : 5) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องรูปแบบการเรียนรู้โดยจัดแบ่งช่วงเวลา การเรียนให้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละเรื่อง ยึดหลักการจัดประสบการณ์ที่หลากหลาย ยืดหยุ่นและเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองผู้เรียนทุกแบบการเรียนรู้ให้มีโอกาสได้เรียนรู้ ได้ปฏิบัติกิจกรรมที่ตนชอบและได้ปรับตัวเรียนรู้ในแบบการเรียนรู้อื่นๆด้วย และมีการจัดประสบการณ์ที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา เพื่อให้สมองทั้งสองซีกมีพัฒนาการที่สมดุล ซึ่งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแมคคาร์ธี

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นลำดับขั้นตอน เหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกรูปแบบ ให้เรียนร่วมกันอย่างมีความสุข โดยเน้นการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาคู่กันในขณะเดียวกัน

4.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

เชิร พานิช (2544 : 22-23) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า แมคคาร์ธี (McCarthy) ผู้ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้เป็นคนแรก เป็นนักการศึกษาที่มีประสบการณ์ในการสอนหลายระดับ ทำให้เกิดความเข้าใจว่าเด็ก ๆ แต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งสภาพสติปัญญา การรับรู้และการเรียนรู้อย่างสิ้นเชิง ในปี ค.ศ. 1979 แมคคาร์ธีได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากบริษัทแมคโดนัลด์ ทำวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางสมองและรูปแบบการเรียนรู้ของเด็ก เขาได้ค้นกรองรูปแบบการศึกษาเกี่ยวกับสไตล์การเรียนรู้หลายรูปแบบ ในที่สุดจึงได้เลือกงานของ เดวิด คอลบ์ (David Klob) เป็นแนวทางในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งแนวคิดนี้ได้เน้นเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ตามทฤษฎีของ คอลบ์ (1994 : 57) นั้น เขาเห็นว่า มี 2 มิติที่มีความสำคัญกับการเรียนรู้ คือ การรับรู้ และกระบวนการเรียนรู้ กล่าวคือ การรับรู้เกิดได้ 2 วิธี คือ จากประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม (Concrete experience) และจากความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (Abstract conceptualization) ซึ่งจะแทนด้วยแกนตั้ง Y กระบวนการเรียนรู้เกิดได้ 2 วิธีคือ จากการปฏิบัติจริง (Active experimentation) และจากการเฝ้าสังเกต (Reflive observation) ซึ่งจะแทนด้วยแกนนอน X แกนการรับรู้และแกนกระบวนการทั้งสองตัดกันทำให้เกิดพื้นที่ 4 ส่วน ดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวคิดของคอล์บ

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน. 2543 : 8

สรุปได้ว่า แมคคาร์ธี เป็นผู้ที่พัฒนาวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (MAT) โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายและขวาสมดุลกัน และที่สำคัญได้คำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ซึ่งเขาได้แนวทางจากคอล์บ เพื่อให้ผู้เรียนที่สมดุลและตรงตามศักยภาพของตนเอง

รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ

จากทิมอร์ริส และ แมคคาร์ธี (Morris & McCarthy. 1990 : 194-195) เสนอแนวคิดว่า ผู้เรียนมี 4 แบบ รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบจึงแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งลักษณะการเรียนรู้เหล่านั้นมีลักษณะดังนี้

ผู้เรียนแบบที่ 1 ผู้เรียนที่มีการเรียนรู้โดยใช้จินตนาการเป็นหลักจะเรียนได้ดีโดยการฟัง จะรับข้อมูลและสะท้อนความคิดเห็น โดยการหาความหมายที่ชัดเจน แล้วบูรณาการประสบการณ์ให้เข้ากับตนเองโดยนำข้อมูลไปใช้เป็นส่วนตัว สามารถจัดการกับปัญหาได้ด้วยตนเองและระดมความคิดร่วมกับผู้อื่นได้ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. อำนวยความสะดวกเพื่อให้เกิดความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน
 2. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักตนเองมากขึ้น
 3. หลักสูตรควรส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลอย่างแท้จริง
 4. การได้ความรู้เป็นการยกระดับความเข้าใจของบุคคล
 5. ส่งเสริมความเป็นตัวคนที่แท้จริงของผู้เรียน
 6. ชอบการอภิปราย งานกลุ่ม และข้อมูลย้อนกลับที่เป็นจริงเกี่ยวข้องกับความรู้สึก
 7. สนใจที่จะใช้ความพยายามที่จะร่วมมือกับผู้อื่น
 8. ตระหนักถึงพลังทางสังคมที่มีผลต่อการพัฒนามนุษย์
 9. พยายามเน้นจุดมุ่งหมายที่มีความหมายที่ดี
 10. โน้มโน้มเมื่อเกิดความกลัว ความกดดัน และบางเวลาเมื่อขาดความกล้าหาญ
- คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ ทำไม (Why)

ผู้เรียนแบบที่ 2 ผู้เรียนที่มีการเรียนรู้โดยใช้การคิดวิเคราะห์และเก็บรายละเอียดเป็นหลัก จะแสวงหารายละเอียดและคิดเป็นขั้นตอน จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรมและสะท้อนความคิดเห็นออกมา เก่งในการเรียนแบบดั้งเดิม การตรวจสอบข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาประกอบเป็นทฤษฎีจัดการกับปัญหาด้วยเหตุผล หลักเกณฑ์ และการดำเนินการเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อนำไปสู่ข้อเท็จจริง ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สนใจการถ่ายทอดความรู้
 2. พยายามเป็นผู้ที่มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 3. มีความเชื่อว่าหลักสูตรจะส่งเสริมความเข้าใจที่มีความหมายมากขึ้นและแนะนำเสนออย่างมีระบบ
 4. มองความรู้อย่างเข้าใจลึกซึ้ง
 5. ส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถ โดดเด่น
 6. ชอบข้อเท็จจริงและรายละเอียด การคิดแบบเป็นระบบและตามขั้นตอน
 7. เป็นครูแบบเดิมที่รับความรู้แบบแม่นยำ
 8. เชื่อในการใช้อ่านอย่างมีเหตุผล
 9. มีแนวโน้มที่ไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีอำนาจเหนือเจตคติ
- คำถามที่ผู้เรียนชอบใช้ คือ อะไร (What)

ผู้เรียนแบบที่ 3 ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสและสำนึก ชอบการลงมือปฏิบัติ จะรับข้อมูลเป็นนามธรรม และประมวลความรู้จากการทดลองกระทำจริง ชอบทดลองทำสิ่งต่าง ๆ ต้องการรู้วิธีการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ชอบวางแผนและกำหนดเวลา จัดการกับปัญหาด้วยการลงมือทำ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สนใจในผลผลิตของความสามารถ
2. พยายามให้ทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต
3. เชื่อว่าหลักสูตรจะปรับให้เข้ากับความสามารถและการทำประโยชน์ที่เหมาะสมกับ

ความต้องการของมนุษย์

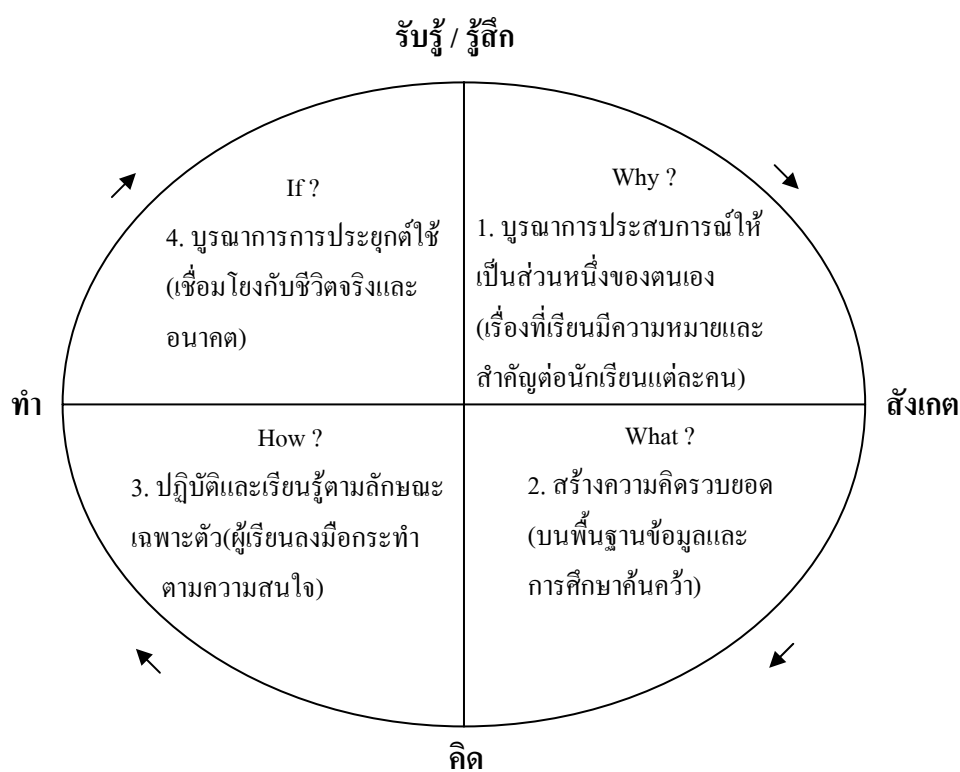
4. การส่งเสริมการประยุกต์ใช้การปฏิบัติ
5. ความรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการดำรงชีวิตได้
6. ชอบวิธีการให้ทักษะและส่งเสริมกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ
7. วิธีที่ดีควรส่งเสริมด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
8. ใช้การให้รางวัลเป็นการวัดผล
9. มีแนวโน้มที่จะไม่ยึดหยุ่นและจะเชื่อมั่นในตนเอง
10. ขาดทักษะการทำงานเป็นทีม

คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ จะทำอะไร (How)

ผู้เรียนแบบที่ 4 ผู้เรียนมีการเรียนรู้แบบพลวัตและการค้นพบด้วยตนเอง จะรับรู้ผ่านสิ่งที่
เป็นรูปธรรม เรียนด้วยการลองผิดลองถูก จะปรับตัวหรือเปลี่ยนแปลงได้ง่าย มีความคิดใหม่ มีความ
สามารถมองทิศทางใหม่ จัดการกับปัญหาด้วยสัญชาตญาณ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้
โดยการคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สนใจในการทำให้ผู้เรียนค้นพบตนเอง
 2. พยายามช่วยให้บุคคลแสดงวิสัยทัศน์ของเขา
 3. เชื่อว่าหลักสูตรควรมุ่งไปตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน
 4. เข้าใจว่าความรู้จำเป็นสำหรับการปรับปรุงสังคมที่ยิ่งใหญ่
 5. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการทดลอง
 6. ชอบวิธีการสอนที่หลากหลาย
 7. เป็นผู้นำที่พยายามกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน
 8. พยายามสร้างสรรค์สิ่งใหม่เพื่อกระตุ้นให้มีชีวิตชีวมากยิ่งขึ้น
 9. สามารถสร้างขอบเขตใหม่
 10. มีแนวโน้มที่จะหุนหันพลันแล่นและจัดการกับการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสม
- คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้คือ ถ้า (If)

รูปแบบของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงรูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และ ไพเราะ พุ่มม่น. 2543 : 14

จากแผนภูมิสรุปได้ว่า ผู้เรียนแบบที่ 1 ใช้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเป็นหลักในการเรียนรู้ ผู้เรียนแบบที่ 2 จะรับรู้เป็นนามธรรมได้ดีด้วยการดู ฟัง เห็น ผู้เรียนแบบที่ 3 รับรู้และลงมือกระทำ ผู้เรียนแบบที่ 4 จะเรียนรู้โดยหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนควรคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เท่าเทียมกัน

4.3 หลักการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ที่ แมคคาร์ธี ได้เสนอไว้มีดังนี้

1. แบบ Why จะเน้นประสบการณ์ที่เน้นรูปธรรม (Concrete experience) ผู้เรียนในกลุ่มที่จะมีความสนใจในความหมายส่วนตัว ครูจำเป็นต้องสร้างความรู้สึกร่วมที่มีเหตุผล และให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล

2. แบบ What จะเน้นการมีปฏิริยาโต้ตอบ โดยการสังเกตและเฝ้าดู (Reflective observation) ผู้เรียนกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่มีความสนใจในข้อเท็จจริงและทำความเข้าใจด้วยตนเอง ครูต้องป้อนข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

3. แบบ How จะเน้นการทดลองและลงมือปฏิบัติ (Active Experimentations) ผู้เรียนในกลุ่มนี้จะต้องเป็นผู้ที่มีความสนใจเบื้องต้นในวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถลงมือปฏิบัติและได้ชิ้นงาน ครูต้องชักชวนให้ปฏิบัติด้วยตนเอง

4. แบบ If จะเน้นความคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract conceptualization) ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีความสนใจเบื้องต้นในการพบความรู้ด้วยตนเอง ครูต้องให้เรียนรู้และสอนกันเอง

การเรียนรู้ทั้ง 4 ของผู้เรียน 4 รูปแบบนี้ แสดงถึงการที่ผู้เรียนมีความแตกต่างกันในการเรียนรู้ซึ่งถือว่าเป็นทฤษฎีประสบการณ์การเรียนรู้ (Experiential learning theory) ซึ่ง มอร์ริส และ แมคคาร์ธี (Morris & McCarthy, 1990: 1) ได้เสนอหลักการไว้ดังนี้

1. มนุษย์แต่ละคนมีวิธีการรับรู้ประสบการณ์และการจัดข้อมูลต่างกันตามความถนัดของแต่ละบุคคล

2. การเรียนรู้ทั้ง 4 แบบล้วนแต่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน นักเรียนทุกคนมีความประสงค์ที่จะเรียนรู้อย่างมีความสุขต่างแบบที่ตนเองถนัด

3. นักเรียนทุกคนควรได้รับการสอนทั้ง 4 แบบ เพื่อให้มีความสุขในการเรียนเมื่อถึงขั้นที่ตนเองถนัด ในขณะเดียวกันก็พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ใน 3 แบบด้วย

4. ในการเรียนนักเรียนจำเป็นต้องมีครูที่คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบเป็นไปอย่างราบรื่น ประสบความสำเร็จ และนักเรียนมีโอกาสที่จะได้เรียนรู้จากเพื่อนในกลุ่มอื่นๆ ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากตนเองด้วย

5. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จะดำเนินไปอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ไปไปตามธรรมชาติของการพัฒนาการเรียนรู้

6. วิธีการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบนี้ จำเป็นต้องสอนโดยใช้เทคนิคกระบวนการทางสมองซีกซ้ายและซีกขวา ผู้เรียนที่มีความถนัดทางสมองซีกขวาวจะเรียนรู้ได้เพียงครึ่งเวลา และปรับครึ่งเวลาที่เหลือนั้นให้เหมาะสม ส่วนผู้ที่มีความถนัดทางสมองซีกซ้าย จะเรียนรู้ได้เพียงครึ่งเวลาและเรียนรู้ดัดแปลงเวลาที่เหลือให้เหมาะสมเช่นกัน

7. เป้าหมายหลักของการศึกษาคือ การพัฒนาและการบูรณาการการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบให้เป็นหนึ่งเดียว รวมถึงการพัฒนาและบูรณาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้สมดุลกัน

8. ผู้เรียนแต่ละคนจะยอมรับความสามารถของตนเองและพัฒนาอย่างต่อเนื่องในขณะเดียวกันก็ยอมรับความสามารถของผู้อื่น อีกทั้งพยายามพัฒนาความสามารถของตนเอง ในแนวทางที่หลากหลายโดยปราศจากความหวังว่าจะผิดพลาด

สรุปแล้ว หลักการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) นั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งลักษณะของผู้เรียนมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบตามลักษณะการเรียนรู้ โดยแต่ละแบบจะรับประสบการณ์ ความรู้ และวิธีการเรียนแตกต่างกันออกไป

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จะต้องดำเนินไปตามลำดับขั้นตอน โดยครูต้องให้ผู้เรียนทุกกลุ่มได้มีโอกาสได้เรียนรู้อย่างเท่าเทียมกันควบคู่ไปกับการพัฒนาสมองทั้ง 2 ซีก ให้สมดุลกัน

4.4 ลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

มอร์ริส และ แมคคาร์ธี (Morris & McCarthy, 1990 : 4-23) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ที่คำนึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและขวาอย่างสมดุล ซึ่งลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) มี 8 ขั้น ดังนี้

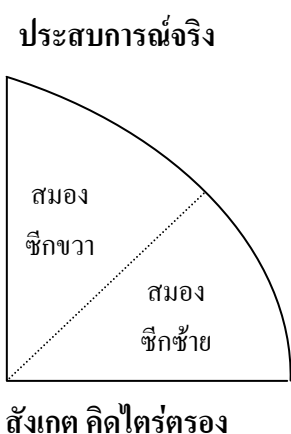
1. ขั้นที่ 1 การบูรณาการประสบการณ์ด้วยตนเอง

การพัฒนาประสบการณ์จริงไปสู่การสังเกตด้วยสติปัญญาโดยตรง ต้องสร้างประสบการณ์คิดหาเหตุผลด้วยตนเอง ผู้เรียนที่ชอบจินตนาการจะมีความสุขกับการเรียนรู้

บทบาทครู	เป็นผู้กระตุ้น สร้างแรงจูงใจ เป็นผู้ช่วย
วิธีการ	สถานการณ์จำลอง การอภิปราย
นักเรียน	สร้างเหตุผล

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมายด้วยวิธีการกระตุ้น หรือสร้างแรงจูงใจและให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ดังกล่าวเป็นประสบการณ์ของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ ผู้ที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายจะมีความสุขสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ใช้สมองสะท้อนความคิดประสบการณ์ ผู้เรียนจะตรวจสอบประสบการณ์โดยการอภิปราย หลังจากครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมายให้แล้ว ดังแสดงในภาพประกอบ 5 (Morris & McCarthy, 1990 : 5-10)



ภาพประกอบ 5 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ขั้นที่ 1

2. เลี้ยวที่ 2 การพัฒนาความคิดรวบยอด

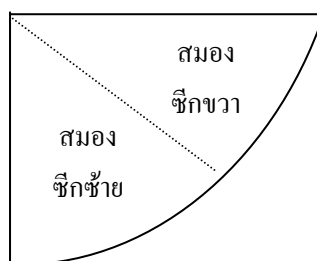
การพัฒนาความคิดรวบยอดจากการสังเกตด้วยสติปัญญาคิดไตร่ตรอง ไปสู่การสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนชอบการวิเคราะห์ที่จะมีความสุขที่สุดในการเรียน

บทบาทครู	เป็นผู้สอน
วิธีการ	ให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง
นักเรียน	แสวงหารายละเอียด

ขั้นที่ 3 ขั้นบูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด ขั้นนี้ส่งเสริมการใช้สมองซีกขวา นักเรียนบูรณาการประสบการณ์และความรู้ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจความคิดรวบยอด โดยครูเป็นผู้ให้ข้อมูลและข้อเท็จจริงและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาทฤษฎีและความคิดรวบยอด ขั้นนี้จะส่งเสริมการใช้สมองซีกซ้าย ครูให้ผู้เรียนรับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด โดยการวิเคราะห์ไตร่ตรอง ประสบการณ์หรือไต่ถามกันคิดว่า นักเรียนคิดวิเคราะห์จากประสบการณ์ข้อมูล ข้อเท็จจริงที่ได้รับ ดังแสดงในภาพประกอบ 6 (Morris & McCarthy. 1990 : 11-13)

สังเกต คิดไตร่ตรอง



ความคิดนามธรรม

ภาพประกอบ 6 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เลี้ยวที่ 2

ที่มา : ชีรนุช นามประเทือง. 2545 : 30

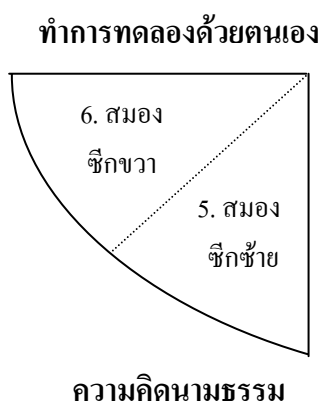
3. เลี้ยวที่ 3 การปฏิบัติและปรับแต่งความคิดของตนเอง

การทดลองด้วยตนเองไปสู่การสร้างแนวความคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนที่ชอบใช้สามัญสำนึกจะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

บทบาทครู	เป็นผู้ฝึก
วิธีการ	อำนวยความสะดวก
นักเรียน	ลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ขั้นปฏิบัติตามความคิดรวบยอด ขั้นนี้จะเน้นการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้าย ครูให้นักเรียนได้ลองทำโดยผ่านประสาทสัมผัส โดยครูเป็นผู้ฝึกและอำนวยความสะดวก เช่น การทดลองการทำแบบฝึกหัด เพื่อพัฒนาความคิดและทักษะของตนเอง

ขั้นที่ 6 ขั้นปรับแต่งแนวความคิดของตนเอง ขั้นนี้จะเน้นการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวา ผู้เรียนจะต้องปรับปรุงสิ่งที่ตนเองปฏิบัติด้วยวิธีการของตนเอง และบูรณาการข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้ของตนเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 7 (Morris & McCarthy, 1990 : 16-18)



ภาพประกอบ 7 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เลี้ยวที่ 3

ที่มา : ชีรนุช นามประเทือง, 2545 : 31

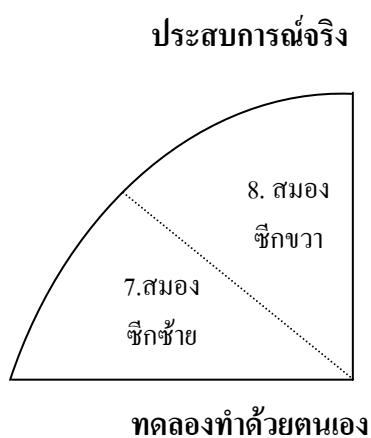
4. เลี้ยวที่ 4 การบูรณาการและประยุกต์ประสบการณ์

การทดลองด้วยตนเองไปสู่การได้รับประสบการณ์จริง ผู้เรียนชอบพลวัตจะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

บทบาทครู	เป็นผู้ประเมิน แก้ไขข้อบกพร่อง ผู้ร่วมเรียนรู้
วิธีการ	ค้นพบด้วยตนเอง
นักเรียน	ค้นพบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ ขั้นนี้จะเน้นการพัฒนาสมองซีกซ้าย ผู้เรียนวิเคราะห์จากการเรียนรู้แล้วนำไปวางแผนเพื่อประยุกต์หรือใช้ดัดแปลงให้ดีขึ้น หรือ กลับกรองสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

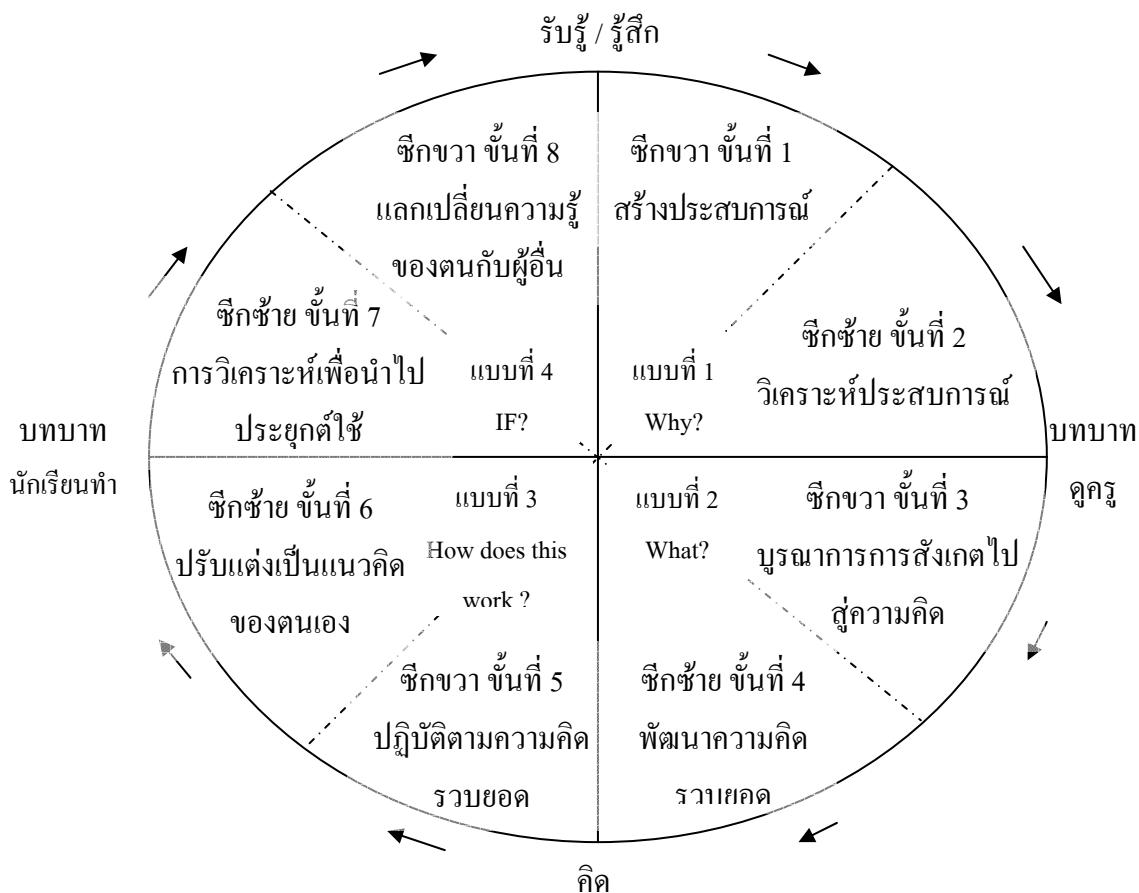
ขั้นที่ 8 ขั้นแรกเปลี่ยนความคิดของตนกับผู้อื่น ขั้นนี้จะเน้นการพัฒนาสมองซีกขวา จาก การที่ได้ทักษะการคิดค้นด้วยตนเอง ผู้เรียนจะแบ่งปันสิ่งที่ได้เรียนรู้มากับผู้อื่น เป็นการแลกเปลี่ยน การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ดังแสดงในภาพประกอบ 8 (Morris & McCarthy. 1990 : 21- 22)



ภาพประกอบ 8 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เลี้ยวที่ 4

ที่มา : ชีรนุช นามประเทือง. 2545 : 31

จากขั้นการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ทั้ง 8 ขั้น สามารถเขียนสรุปดังแสดงในภาพประกอบ 9 (Morris & McCarthy. 1990 : 200)



ภาพประกอบ 9 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) ตามแบบการเรียนรู้และเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้าย - ขวา

ที่มา : ชีรนุช นามประเทือง, 2545 : 32

สรุปแล้ว ลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) มี 8 ขั้นตอนได้แก่

- ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์
- ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์
- ขั้นที่ 3 บูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด
- ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอด
- ขั้นที่ 5 ปฏิบัติตามความคิดรวบยอด
- ขั้นที่ 6 การปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง
- ขั้นที่ 7 วิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น

ซึ่งการจัดการเรียนการสอนต้องดำเนินไปตามลำดับขั้นควบคู่ไปกับการพัฒนาสมองทั้ง 2 ซีกเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพมากที่สุด

4.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

บทบาทของนักเรียนเมื่อผ่านประสบการณ์ครบวงจรที่เป็นการเรียนเพื่อก้าวหน้าตามธรรมชาติ ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ ความรู้สึก และสามัญสำนึก ต่อจากนั้นยังได้สังเกต ใฝ่ดู และการตอบสนอง ผู้เรียนจะนำไปพัฒนาความคิด พิสูจน์ทฤษฎี ทดลองทฤษฎีของตนเองนำมาเป็นความคิดรวบยอด และประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ทำให้เกิดการผสมผสานระหว่างประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ทำให้ฉลาดขึ้น (ตรุเนตร อัชชสวัสดิ์. ม.ป.ป. : 26)

บทบาทของครูตามแนวคิดของ มอร์ริส และ แมคคาร์ธี (Morris & McCarthy. 1990 : 3) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ครูต้องเปลี่ยนแปลงเจตคติที่สำคัญเกี่ยวกับการสอน ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกัน
2. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ถือว่าภารกิจสำคัญของครูคือ การสร้างแรงจูงใจ
3. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นำแนวคิดเล็กๆ น้อยๆ มาใช้เป็นพื้นฐานในการสอน
4. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่สามารถฝึกทักษะเกี่ยวกับการสอนแนวคิดและมีประโยชน์ในปัจจุบัน
5. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นำผู้เรียนไปสู่ความสุขจากการคิดค้นด้วยตนเอง
6. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่กระตุ้นส่งเสริมการสอนให้เข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ โดยใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา
7. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ไม่เพียงแต่ให้เกียรติ และยังคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนอีกด้วย

นอกจากนี้ แมคคาร์ธีได้แนะแนวทางในการสอนว่า ครูจะต้องเตรียมตัวสร้างสรรค์ประสบการณ์ของตนเองก่อนที่จะนำไปสู่การอภิปรายในเสี้ยวแรกของการสอน ต่อจากนั้นครูก็ต้องป้อนข้อมูลในเสี้ยวที่ 2 ส่วนในเสี้ยวที่ 3 ครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ช่วยฝึกฝนในส่วนที่จำเป็นต้องเรียนรู้ และในเสี้ยวสุดท้ายครูจะเป็นผู้ซ่อมเสริม สนับสนุน และเป็นแหล่งข้อมูลให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองจากการเรียนรู้ 4 MAT ดังนี้

4.6 ข้อควรคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

มอร์ริส และ แมคคาร์ธี (Morris & McCarthy. 1990 : 2) กล่าวว่า การสอนวิธีการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ โดยใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา ต้องคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้แต่ละแบบใน 4 แบบ ที่ผู้เรียนจะสะดวกสบายและประสบความสำเร็จมากที่สุด ดังนี้

1. ผู้เรียนที่เป็นคนช่างคิด จะอยู่ในเสี้ยวที่ 1 ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีการผสมผสานความรู้ที่สัมผัสกับการสังเกตและใฝ่ใจ
2. ผู้เรียนที่เป็นคนช่างวิเคราะห์จะอยู่ในเสี้ยวที่ 2 ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีการผสมผสานการคิดไตร่ตรองกับการใฝ่ใจ
3. ผู้เรียนที่เป็นคนชอบใช้สามัญสำนึก จะอยู่ในเสี้ยวที่ 3 ชอบที่คิดไตร่ตรองแล้วลงมือทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้ประสาทสัมผัส
4. ผู้เรียนที่ชอบคิดชอบทำสิ่งใหม่ๆ จะอยู่ในเสี้ยวที่ 4 ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยการสัมผัสและคิดหาแนวทางใหม่ ๆ ชอบการค้นพบด้วยตนเอง

นอกจากนี้ มอร์ริส และ แมคคาร์ธี (Morris & McCarthy. 1990 : 186) ได้เสนอข้อคิดสำคัญที่ครูควรตระหนักในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ดังนี้

1. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ใดที่ดีที่สุด เพราะแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน
2. ไม่มีวิธีการที่สามารถกระตุ้นหรือตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างเพียงพอ
3. ต้องศึกษาและเข้าใจรูปแบบการเรียนรู้ การทำงานของสมอง และหาสิ่งที่ดีที่สุดในการสอน
4. ต้องการให้สอนกระบวนการคิดต้องให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาที่เป็นการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง และกระบวนการคิด
5. ต้องการให้มีโครงการพัฒนาครูระยะยาว ให้มีความสามารถและมีคุณภาพ
6. ผลสรุปท้ายของการจัดการเรียนการสอน ช่วยทำให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ระดับสูงได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น และมีความสุขในการเรียนรู้

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียน และต้องหาวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ เกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด โดยผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

4.7 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

แมคคาร์ธี (ทรูเนตร อัชชสวัสดิ์. ม.ป.ป. : 29 ; อ้างอิงจาก McCarthy. 1990. NISC Discover Report. p.9) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ 4 MAT จะเกิดประโยชน์ดังนี้

1. สามารถปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน

2. สามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยากให้ง่ายขึ้นได้
3. ช่วยให้นักเรียนมั่นใจว่า
 - 3.1 สิ่งที่เป็นไปได้ย่อมเป็นไปได้
 - 3.2 สามารถเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆในโลกเราได้
4. ทำให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน เพราะครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักยกย่องคุณงามความดี และช่วยผสมผสานสิ่งทั้งปวงที่อยู่ในปัจจุบัน อดีต และอนาคตให้เข้ากันได้ดี

5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีหรือแนวคิดปรัชญาที่เน้นการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง ซึ่งมีแนวคิดว่านักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure or schema) ที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) จากนั้นแรงจูงใจจะช่วยทำให้นักเรียนพยายามคิดอย่างไตร่ตรอง หรือกระทำอย่างไตร่ตรอง (Reflection) จนสามารถนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructure) ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ ความรู้ใหม่ที่ได้อาจเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเอง (Construct) โดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้

5.1 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้บัญญัติคำความหมายเดียวกันหลายคำ เช่น นิรมิตนิยม ทฤษฎีการสร้างความรู้ การสร้างองค์ความรู้ การสร้างสรรค์ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ คอนสตรัคติวิซึม หรือคอนสตรัคติวิสต์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า คอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ครอท (Krogh. 1994 : 556) กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่าเป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับพัฒนาการในการสร้างความรู้ สติปัญญา จริยธรรม ขึ้นมาด้วยตัวของเด็กเอง ซึ่งพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าโครงสร้าง (assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (accommodation)

เทราส์แมน และ เทนเบิร์ก (Troutman & Lichtenberg. 1995 : 25) กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่าเป็นการค้นคว้าหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ ๆ เข้าไปในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเองโดยการสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบบทสรุปเองโดยการสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบบทสรุปของตนเองกับผู้อื่น เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่

เจมส์ (James. 1975 : 15) ให้แนวคิดว่า ความรู้คือความสามารถรายบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าหรือความเชื่อเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ได้ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้และมีความสมเหตุสมผล (Process of verification and validation) ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ และกระบวนการของการนำความคิดที่ผ่านกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงและมีความสมเหตุสมผลแล้วไปสู่ความคิดอื่น ๆ ในประสบการณ์อื่น ๆ ที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และลดข้อขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่

แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และการจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ของกลุ่มปรัชญาปฏิบัตินิยมดังกล่าวมานี้มีอิทธิพลต่อแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้ในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาก

รากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ ในบรรดาแนวคิดเกี่ยวกับเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ กันนั้น แนวคิดหนึ่งที่มีอิทธิพลมากในช่วงระยะประมาณปี ค.ศ. 1960 จนถึง ค.ศ. 1970 เศษ นั่นคือแนวคิดของ จีน เพียเจต์ (Jean Piaget) ราฟิง สอนสุภี. 2548 : 53) ได้สรุปการเรียนรู้เป็นผลผลิตของพัฒนาการว่าการเรียนรู้และพัฒนาการมีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเฉพาะแต่ละบุคคลและเฉพาะเรื่อง โดยที่ผู้เรียนจะต้องกระทำต่อวัตถุและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีสิ่งเร้าชักจูงใจ ให้เกิดการกระทำต่อวัตถุและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีสิ่งเร้าชักจูงใจให้เกิดการกระทำ เพียเจต์ เสนอข้อคิดว่าสิ่งมีชีวิตหน่วยหนึ่งมีกลไกอัตโนมัติภายในสามารถปรับปรุงตัวให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม ให้เกิดภาวะสมดุลได้สภาวะนี้เป็นสภาพของการจัดกิจกรรมทางสมองซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย ๆ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการคุกกลืน และกระบวนการปรับให้เหมาะสม

1. กระบวนการคุกกลืน เป็นกระบวนการปรับโครงสร้างของความเข้าใจที่มีอยู่กับโครงสร้างของความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ เพื่อให้เข้ากับสิ่งเร้า นั่นคือ เป็นกระบวนการที่อินทรีย์กลืนกลืนสิ่งใหม่ที่ได้จากโลกภายนอกให้เข้ากับความคิดหรือโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ เช่น นักเรียนจะสามารถเข้าใจความคิดรวบยอดของการคูณได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนต้องมีพื้นฐานความเข้าใจเรื่องการนับเพิ่มทีละกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน หรือกองละเท่า ๆ กัน เป็นต้น

2. กระบวนการปรับให้เหมาะสม เป็นกระบวนการปรับโครงสร้างของความเข้าใจที่มีอยู่หรือโครงสร้างของความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ เพื่อให้เข้ากับสิ่งเร้า นั่นคือกระบวนการที่อินทรีย์ไม่อาจผสมกลมกลืนสิ่งใหม่ที่ได้จากโลกภายนอกให้เข้ากับความคิด หรือ โครงสร้างเดิมที่มีอยู่ได้จำเป็นต้องปรับแต่งขยายโครงสร้างของประสบการณ์หรือความรู้เดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นหลังจากใช้กระบวนการปรับเข้าโครงสร้างแล้วไม่ประสบผลสำเร็จ

พัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีกิจกรรมทางสมองขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และพยายามปรับตัวเพื่อให้เกิดภาวะสมดุล โดยมีการดูกลืนและกระบวนการปรับให้เหมาะสมเกิดพร้อมกันหรือสลับกันไปการเรียนรู้ของเด็กต่างวัยหรือแม่แต่อยู่ในวัยใกล้เคียงกันก็อาจแตกต่างกันเนื่องมาจากพัฒนาการทางสติปัญญาและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่างกัน เพียเจต์ เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของพัฒนาการ และพัฒนาการเป็นการที่นำไปอธิบายการเรียนรู้ได้พัฒนาการดังกล่าวคือพัฒนาการทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคน ทุกชาติ ทุกภาษา ในลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันตามวัยที่วัดไว้เป็นช่วงของพัฒนาการแต่ละขั้นตอน สิ่งที่เกิดขึ้นควบคู่กับพัฒนาการคือการรับรู้ความเข้าใจ หรือความสามารถในการเรียนรู้ที่ทำให้มนุษย์มีสติปัญญาเพิ่มพูนขึ้น พัฒนาการทางสติปัญญาเกิดจากประสบการณ์ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมธรรมชาติและประสบการณ์จากการคิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์

รากฐานทางทฤษฎีอีกทางหนึ่งที่อยู่เบื้องหลังการเคลื่อนไหวของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์คือ ทฤษฎีโครงสร้างส่วนบุคคล (Personal – construct) ของ ยอร์ช เคลลี (George Kelly) กล่าวได้ว่าตามทฤษฎีโครงสร้างส่วนบุคคลนั้น บุคคลจะสร้างความหมายจากสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์เดิมของตน ดังนั้นประสบการณ์หรือบุคลิกภาพส่วนตัวของบุคคลจะเป็นตัวกำหนดว่าเขาจะสร้างความหมายต่อสิ่งต่าง ๆ อย่างไร (Sutherland. 1992 : 46)

ออสซูเบล (Ausubel. 1968 : 84) เป็นนักทฤษฎีคนสำคัญคนหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อแนวคิดของนักทฤษฎีกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ ได้กล่าวไว้ว่า โครงสร้างส่วนบุคคล (The child's own personal construts) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งสำคัญที่สุดที่ครูจะต้องรู้ในจุดเริ่มแรกของการสอนคือสิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอน โดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น แนวคิดนี้เป็นที่ยอมรับของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เป็นอย่างดี แต่กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยภาษา (Meaningful verbaeaning) ของออสซูเบลซึ่งเสนอให้มีการจัดโครงสร้างทางความคิด (Advance organizer) ให้แก่เด็กก่อนที่จะให้เด็กได้รับประสบการณ์เฉพาะเชิงรูปธรรมทางโครงสร้างนั้น

วิก็อตสกี (Vygotsky. 1989 : 65) ทิศนา แจมมณี (2545 : 90-93) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาในสมัยเดียวกับเพียเจต์ (Piaget) ผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซีย และเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในยุโรปเมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 โคซูลิน (Kozulin) ได้แปลและปรับปรุงหนังสือของวิก็อตสกีอีกครั้งหนึ่ง เป็นผลทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย ทั้งเพียเจต์และวิก็อตสกี นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับ “cognition” หรือกระบวนการรู้คิด

หรือกระบวนการทางปัญญา วิถีก็ทสก็เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้า จากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ ไปถึงพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ วิถีก็ทสก็ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “zone of proximal development” ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน

5.2 แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

แนวคิดของนักปราชญาตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นภายในจิตจากความพยายามทำความเข้าใจ (Make sense) หรือสร้างความหมาย (Construct meaning) กับเหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือสารสนเทศต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เดิม ความเชื่อ และความคาดหวังของตนในการแปลความหมายและความเข้าใจต่อสิ่งต่าง ๆ

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเป็นปรัชญาที่มีข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ไม่สามารถแยกจากความอยากรู้ ความรู้ได้มาจากการสร้างเพื่ออธิบาย

แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ของนักเรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยนักเรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว สร้างเป็นความรู้ใหม่

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางเชาว์ปัญญาของ เพียเจต์และวิถีก็ทสก็เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ทิสนา แคมมณี. 2545 : 90-91) โดยที่เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมทราบหรือดูดซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมทราบข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) และเพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical-mathematical experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibration) ของบุคคลนั้น ส่วนวิถีก็ทสก็ให้ความสัมพันธ์กับวัฒนธรรมและสังคมมาก ได้อธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่

แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมคือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันทางสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้งสองด้านจะเป็นไปพร้อมกัน

ทั้งเพียเจต์และวิกทอร์สกีต่างเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการรู้คิด (Cognitive process) หรือกระบวนการทางปัญญานักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้คือ อุลริค ไนส์เซอร์ (Ulrich Neisser) ได้ให้คำนิยามของคำนี้ไว้ว่า “เป็นกระบวนการของสมองในการปรับ เปลี่ยน ลด ทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิด จากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สึกรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิด และอื่น ๆ อีกมาก จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้”

นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติได้เสนอแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการรู้โดยการกระทำของตนเอง (Theory of active knowing) ซึ่งมีแนวคิดดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 5-6)

1. ความรู้คือ โครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้น เพื่อคลี่คลายสถานการณ์ ปัญหาที่เผชิญอยู่ โดยมีการตรวจสอบว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา หรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกันได้

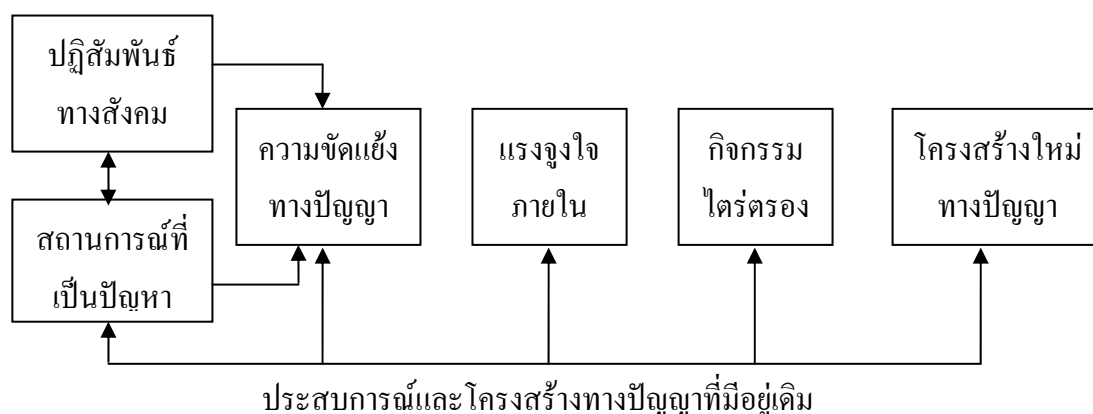
2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3. ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเองภายใต้ข้อสมมติฐานต่อไปนี้

3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict)

3.2 ความขัดแย้งทางปัญญา เป็นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง เพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น

3.3 การไตร่ตรอง (Reflection) บนรากฐานแห่งประสบการณ์ และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา และโครงสร้างใหม่นี้จะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเดิมสำหรับปัญหาใหม่ต่อไปดังแสดงในภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 วงจรการสร้างความรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ . 2541 : 5

จากภาพประกอบ 10 จะเห็นว่า ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นประเด็นหลักของวงจรสร้างความรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนั้น ครูควรหากวิธีกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา อันเป็นองค์ประกอบหลักในการนำองค์ประกอบอื่นในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน

5.3 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้มีผู้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

สมศรี คงวงศ์ (อุษา จันทร. 2552 : 86) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นั้นควรยึดหลักในการสอน 12 ประการดังต่อไปนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้
2. ครูจะต้องให้แหล่งข้อมูลหรือวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้
3. เมื่อจะมอบหมายงานให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดและสติปัญญาก่อน เช่น ให้จำแนก “ให้วิเคราะห์” และ “ให้สร้างสรรค์”
4. ครูจะต้องอนุญาตให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียน วิธีสอนและเนื้อหา

5. ครูจะต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครูเอง
 6. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันและกับครู
 7. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูที่ใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิดและส่งเสริมให้นักเรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน
 8. ครูจะต้องพยายามช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตัวเอง
 9. ครูต้องให้ความสนใจประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อการตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา
 10. ครูต้องใช้เวลาอยู่กับนักเรียน เพื่อรอคำตอบหลังจากที่ป้อนคำถามหรือสถานการณ์ปัญหา
 11. ครูต้องใช้เวลาอยู่กับนักเรียน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ของนักเรียน
 12. ครูจะต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนในทุกๆสถานการณ์
- จากข้อเขียนของแต่ละบุคคลทั้งหมดที่กล่าวมาในเรื่องการสร้างความรู้ใหม่ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์จะเห็นว่า ประเด็นหลักของการสร้างความรู้คือความขัดแย้งทางปัญญา ดังนั้นหน้าที่ของครูในแนวคอนสตรัคติวิสต์คือ การหาทวิวิธีกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา อันเป็นองค์ประกอบหลักในการนำมาซึ่งองค์ประกอบอื่น ๆ และโครงสร้างทางปัญญาที่นักเรียนสร้างขึ้นใหม่จะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมสำหรับใช้แก้ปัญหาใหม่ต่อไป

6. เกม

เกมเป็นสิ่งที่เหมาะกับเด็กเพราะเกมเป็นการเล่น เป็นกิจกรรมที่เด็กชอบ ให้ความสนุกสนาน เพลิดเพลิน แต่ขณะเดียวกันเกมก็เป็นสิ่งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ ดังนั้นตามทฤษฎีของ Piaget จึงใช้เกมเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาสติปัญญาและพัฒนาสังคมสำหรับเด็ก

การนำเกมมาประกอบการสอน เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะลดความเครียดให้กับผู้เรียน เป็นการให้ความสนุกสนานเพลิดเพลินแก่นักเรียน และนักเรียนจะได้เรียนในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ไม่ตึงเครียด เพราะมีผู้กล่าวอยู่เสมอว่าคนมักจะเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีความสุขได้ดีกว่า การเรียนรู้ในประสบการณ์ที่ไม่มีความสุข ดังนั้นเกมจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถสร้างประสบการณ์ที่เป็นความสุขให้กับผู้เรียนจึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

6.1 ความหมายของเกม

แพรพอร์ณ สมทรัพย์ (2545 : 13) กล่าวว่า เกม หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียน สนุกสนานเพลิดเพลิน เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อผ่อนคลายความตึงเครียด เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ พัฒนาการทางด้านร่างกายและการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกิจกรรมที่มี จุดมุ่งหมายเฉพาะ ประกอบด้วย กฎ กติกา และผู้เล่น กระบวนการเล่นจะมีอุปกรณ์การเล่นด้วย หรือไม่มีก็ได้ การเล่นอาจเล่นคนเดียว สองคน หรือเป็นทีมก็ได้ มีการตัดสินใจแพ้ชนะหรือไม่มีก็ได้ ในการเล่นจะต้องมีการประเมินผลสำเร็จของผู้เล่นด้วย

วันเพ็ญ พวงมะลิ (2543 : 18) สรุปได้ว่า เกมเป็นกิจกรรมที่มีการแข่งขันอาจจะเป็นการ แข่งขันระหว่างสองฝ่าย โดยแต่ละฝ่ายอาจมีคนเดียวหรือหลายคน หรือเป็นการแข่งขันระหว่าง หลาย ๆ ฝ่ายหรือเล่นคนเดียวก็ได้ การเล่นเกมต้องมีกติกา ซึ่งจะมีการตัดสินแพ้ชนะหรือไม่มีก็ได้ การนำเกมมาประกอบการสอนเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนานและยังช่วยให้ ผู้เรียนมีความสัมพันธ์อันดีต่อกันเกิดการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง เกมจึงมีคุณค่าในการใช้ ประกอบการสอน

ริส (Reese. 1977 : 76) กล่าวว่า เกมเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้ผู้เรียน เกิดความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติตามที่ต้องการ นอกเหนือจากความสนุกสนาน

จากความหมายของเกมตามที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า เกม หมายถึง กิจกรรมที่มีการเล่น หรือการแข่งขัน โดยมีกฎเกณฑ์ หรือกติกาควบคุมให้การเล่นดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง มีการตัดสิน ผลแพ้ชนะ เมื่อเกมจบลง และที่สำคัญมีความสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้ขึ้นกับผู้เรียนตาม วัตถุประสงค์ของเกมแต่ละเกม

6.2 ประเภทของเกม

เนื่องจากเกมสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาสติปัญญาและพัฒนากายทางสังคม ของนักเรียนได้ ดังนั้นในการแบ่งประเภทเกมของ คามิ และ ดีไวส์ (Kamii & DeVeies. 1981 : 45) จึงได้เน้นในเรื่องบทบาทของการเล่นและพัฒนากายทางสังคม จิตใจ ที่มีความสัมพันธ์และ เกี่ยวข้องกันอย่างต่อเนื่อง จึงแบ่งเกมเป็น 8 ประเภท คือ

1. ประเภทเล็งเป้าหมาย (Aiming games) เป็นการเล่นที่มีการเล็งวัตถุประสงค์ เป้าหมายและเกี่ยวกับความรู้ด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุลักษณะต่าง ๆ
2. ประเภทเกี่ยวกับการแข่งขัน (Races) เป็นการเล่นเกี่ยวกับการวิ่งแข่งทั่ว ๆ ไป โดย จะเริ่มออกวิ่งพร้อมกัน ผู้ที่วิ่งถึงที่หมายก่อนเป็นผู้ชนะ และสามารถแบ่งออกได้ 3 ลักษณะคือ
 - 2.1 หากกิจกรรมอย่างอื่นทำไปด้วย
 - 2.2 มีความสัมพันธ์กันระหว่างทิศทาง ระยะทาง และเวลา

2.3 มีการผลัดกัน

3. ประเภทวิ่งไล่ตาม (Chasing game) เป็นการเล่นที่ผู้เล่นมีบทบาทตรงกันข้าม แบ่งการเล่นออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

- 3.1 ให้ฝ่ายหนึ่งไล่จับอีกฝ่ายหนึ่งวิ่งหนี
- 3.2 ให้ผู้วิ่งไล่ตาม จะต้องเลือกผู้เล่นอีกคนเป็นผู้วิ่งหนี
- 3.3 ให้ผู้วิ่งไล่ตาม จะต้องจับผู้วิ่งหนีทั้งหมด

4. ประเภทซ่อนสิ่งของ (Hiding game) เป็นการเล่นที่ผู้เล่นต้องใช้การสังเกต มีไหวพริบ ปฏิภาณในการเดา คาดคะเน มีการเล่น 2 ลักษณะคือ

- 4.1 ซ่อนวัตถุหรือสิ่งของ
- 4.2 ซ่อนตนเอง

5. ประเภทเดาหรือทาย (Guessing game) เป็นการเล่นที่ต้องเดาว่าสิ่งของนั้นซ่อนไว้ที่ ไหน ผู้ทายจะมองไม่เห็นสิ่งของเหล่านั้น แบ่งการเล่นเป็น 4 แบบ คือ

- 5.1 เดาหรือทายด้วยการคลำ
- 5.2 เดาหรือทายด้วยการฟังเสียง
- 5.3 เดาหรือทายด้วยลักษณะท่าทาง
- 5.4 เดาหรือทายจากคำพูด

6. ประเภทที่ใช้คำสั่งหรือพูด (Game involving verbal commands) เป็นการเล่นที่ผู้เล่น ต้องทำตามคำสั่ง แบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

- 6.1 ทำตามคำสั่งโดยไม่มีการลวง
- 6.2 ทำตามคำสั่งและหลีกเลี่ยงโดยใช้เทคนิค
- 6.3 ทำตามคำสั่งเป็นคู่หรือกลุ่ม

7. ประเภทบัตรคำหรือบัตรภาพ (Card game) เป็นการเล่นที่ใช้บัตรเป็นอุปกรณ์ในการเล่น มีลักษณะการเล่นที่ต่างกันจากรูปแบบของบัตรคำหรือบัตรภาพ แบ่งการเล่นเป็น 7 ลักษณะ คือ

- 7.1 จับบัตรภาพหรือบัตรคำบางตัว
- 7.2 จับกลุ่มบัตรที่มีลักษณะเหมือนกัน
- 7.3 เรียงลำดับบัตร
- 7.4 เลือกบัตรภาพหรือบัตรคำที่มีจำนวนมากกว่าหรือมากที่สุด
- 7.5 จับคู่บัตรที่มีลักษณะเหมือนกัน
- 7.6 เรียงบัตรเป็นชุดหรือกลุ่ม
- 7.7 จับกลุ่มบัตรตามจำนวนที่ต้องการ

8. ประเภทที่มีแผ่นกระดานเป็นส่วนประกอบ (Board game) เป็นการเล่นที่มีแผ่นกระดาน หรือแผ่นกระดาษเป็นอุปกรณ์สำคัญ แบ่งเป็น 4 ลักษณะ คือ

8.1 ให้เคลื่อนตัวไปตามทิศทางที่กำหนด

8.2 ให้เป็นผู้เติมช่องว่างต่าง ๆ ให้เต็ม

8.3 ให้นำวิธีเล่นแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 มารวมกัน

8.4 เล่นแบบตรงกันข้าม เคลื่อนเบี้ยหลายตัวในการเดินหากันตามวิธีเล่นของผู้เล่นทั้งสองฝ่าย

ถ้าพิจารณาตามลักษณะของการนำเกมไปใช้ สามารถแบ่งเกมได้เป็น 2 พวก คือเกมที่ไม่เกี่ยวกับการศึกษา (Non academic games) และเกมการศึกษา (Academic games) (วรสุตา บุญยวีโรจน์. 2536 : 72)

1. เกมที่ไม่เกี่ยวกับการศึกษา (Non academic games) เป็นเกมที่จัดเพื่อความสนุกสนาน ลักษณะของความแตกต่างของเกมชนิดนี้เป็นเรื่องของกฎเกณฑ์ หรือกติกาที่กำหนดไว้ให้เหมาะสมกับการเล่นในแต่ละเกมเท่านั้น เกมจำพวกนี้พบเห็นได้ทั่วไป เช่น หมากกรุก ฟุตบอล บิงโก บันไดงู หรือ โดมิโน เป็นต้น

2. เกมการศึกษา (academic games) เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน หรือด้านการศึกษา บางครั้งอาจนำเอาเกมที่ไม่เกี่ยวกับการศึกษาที่เด็กชอบนำมาดัดแปลงเป็นเกมการศึกษาได้ โดยยึดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการสอนบทเรียนนั้นๆ เกมการศึกษายังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 เกมที่เป็นสถานการณ์จำลอง (Simulation games) เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อจำลองแบบจากชีวิตจริงหรือคล้ายคลึงสภาพความเป็นจริง โดยกำหนดบทบาท ลักษณะต่างๆ ให้เหมือนจริงตามแบบ เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะนำสถานการณ์จำลองนี้ไปใช้ในการศึกษา

2.2 เกมที่ไม่ใช้สถานการณ์จำลอง (Nonsimulation games) เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เล่นได้แก้ไขปัญหาที่ไม่ค่อยเข้าใจ เป็นการย้ำ ซ้ำทวน เพื่อให้ผู้เล่นเกิดความเข้าใจและเกิดทักษะในบทเรียนที่ดียิ่งขึ้น โดยจัดในรูปของการแข่งขันในกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีครูร่วมอยู่ด้วยในฐานะผู้นำเกมและผู้ตัดสินการแข่งขัน

เกมคณิตศาสตร์เป็นเกมการศึกษาที่ผู้สอนจัดเตรียมมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้สอนได้ทั้งการเริ่มเนื้อหาใหม่ การทบทวน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้ตามจุดประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้ โดยที่ผู้สอนอาจนำมาจากเกมที่มีอยู่แล้ว มีอุปกรณ์ให้พร้อมแล้ว หรือผู้สอนจะคิดเกมขึ้นเองเพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการ

สอนและยังสามารถผลิตอุปกรณ์ในการเล่นขึ้นมาได้เองด้วย ซึ่งเกมคณิตศาสตร์มีหลายประการ ดังนี้

ชนิดของเกมคณิตศาสตร์

กิลแมน (Gilman et. al. 1976 : 34) ได้แบ่งเกมต่าง ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. เกมพัฒนาการ (Developmental games) เป็นเกมที่ทำให้ผู้เล่นได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ ๆ
2. เกมยุทธวิธี (Strategy games) เป็นเกมที่ช่วยให้ผู้เล่นสร้างแผนการหรือหาแนวทาง เพื่อจะได้บรรลุจุดมุ่งหมายโดยเฉพาะ
3. เกมเสริมแรง (Reinforcement games) เป็นเกมที่จะช่วยให้ผู้เล่นได้เรียนรู้ความจริงที่เป็นพื้นฐานต่าง ๆ และฝึกทักษะในการนำความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

โลเวลล์ (Lovell. 1971 : 92) ได้แบ่งเกมคณิตศาสตร์แตกต่างออกไป คือ

1. เกมเบื้องต้น (Preliminary games) เป็นเกมที่มีความสนุกสนาน การเล่นจะไม่เป็นระเบียบแบบแผน การกระทำจะสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดที่วางไว้น้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย เป็นเกมที่เหมาะกับเด็กอนุบาลหรือเด็กเล็ก
2. เกมที่มีโครงสร้าง (structured games) เป็นเกมที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ การสร้างเกมนั้นจะต้องสร้างตามแนวของความคิดรวบยอด โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการสอน
3. เกมฝึกหัด (practice games) เป็นเกมที่ช่วยเน้นให้เข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการสอนมากยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนอาจนำเกมนี้ไปเล่นในเวลาว่างก็ได้

6.3 การนำเกมมาสอนในวิชาคณิตศาสตร์

แนวคิดในการนำเกมมาสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

คามิ และ ดีไวส์ (Kamii & DeVries. 1981 : 134) ได้กล่าวถึงลักษณะการจัดกิจกรรมการเล่นสำหรับเด็กตามหลักการทฤษฎีของ เพียเจต์ ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. เสนอสิ่งที่น่าสนใจและท้าทาย เพื่อให้เด็กได้ค้นหาวิธีการเล่น โดยคำนึงถึงระดับพัฒนาการของเด็กเป็นสำคัญ เพราะจะทำให้เด็กเกิดความรู้สึกที่ดี สนใจ จะทำให้เด็กอยากรู้อยากเห็น อยากรทดลอง กิจกรรมที่จัดให้เด็กนั้นควรมีความยากพอที่จะท้าทายแต่ก็ง่ายพอที่เด็กสามารถทำได้ด้วยตนเอง การท้าทายเรื่องการคิดหาวิธีเล่นจะทำให้เด็กได้คิดอย่างกว้างขวาง ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้เด็กเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาในการแบ่งหน้าที่ของตนเอง ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ในการกระทำของตนเอง รู้จักเปรียบเทียบกับเพื่อน และทำให้มีความพยายามที่จะหาวิธีการเล่นที่ดีในครั้งต่อไป นอกจากนี้สิ่งที่ควรวิเคราะห์จากการเล่นของเด็กคือ สิ่งที่เด็กคิดและจะเล่นและทำได้ด้วยตนเอง

กิจกรรมที่พัฒนาความคิดเพียงเล็กน้อยจึงไม่ควรนำมาให้เด็กเล่น เพราะจะไม่ช่วยกระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจ หรืออยากรู้ อยากเห็น ส่วนกิจกรรมที่มีวิธีการยุ่งยากเกินไปก็ไม่เหมาะกับระดับพัฒนาการ ทำให้เด็กไม่สนใจ

2. ทำให้เด็กสามารถตัดสินใจในความสำเร็จของตนเองได้ เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมลงควรให้เด็กประเมินผลการเล่นได้ด้วยตนเอง และผลที่ได้ต้องชัดเจนและตัดสินใจในความสำเร็จได้ ทำให้เด็กมีความพยายามคิดค้นวิธีการเล่นที่ดีขึ้น แต่ถ้าเด็กไม่สามารถตัดสินใจในความสำเร็จของตนเอง จะทำให้เด็กสนใจกิจกรรมน้อยลง

3. ถ้าผู้เล่นทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างตั้งใจตลอดกิจกรรม เพราะถ้าผู้เล่นไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ก็จะไม่เกิดแรงกระตุ้นในการอยากเข้าร่วมกิจกรรม การที่จะให้เด็กมีส่วนร่วมได้ตลอดกิจกรรม การเล่นจะต้องก่อให้เกิดความสนใจ ทำท่าย ซึ่งมีผลต่อจิตใจและพัฒนาการทางความคิด

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าว คามิ และ ดีไวส์ (Kamii & DeVries) ได้สรุปว่าไม่เพียงพอให้เด็กได้เรียนรู้จากการเล่นเท่านั้น แต่สำคัญอยู่ที่ว่าเด็กจะได้เล่นถูกต้องตามกฎเกณฑ์การเล่นหรือไม่ ได้สารประโยชน์ในการพัฒนาความคิดหรือไม่ และเพื่อความสามารถในการเล่นหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากน้อยเพียงใด

ประโยชน์ของเกมในวิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ คามิ (Kamii, 1990 : 25) กล่าวว่า เกมคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมพัฒนาการของเด็ก ดังนี้

1. เด็กอยู่ในสถานการณ์ที่ต้องแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน มีการขยายแนวคิดของตนเพื่อแลกเปลี่ยนกับเพื่อน
2. เด็กต้องมีการตัดสินใจอย่างมาก เช่น จะเล่นกับใคร เล่นเกมประเภทใด เป็นต้น
3. เกมเป็นประสบการณ์ที่เหมาะสมเกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข เพราะกิจกรรมเปิดโอกาสให้เรียนรู้เรื่องจำนวน

4. ความสามารถในการคิดของเด็กทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนได้ดีกว่าการสอนแบบชี้นำของครู จึงควรสนับสนุนให้เด็กเกิดความมั่นใจในตนเอง ด้วยการพยายามกระตุ้นให้คิดคำนวณสิ่งต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ครูยังต้องจัดเตรียม หรือจัดหาเกมที่มีความหลากหลาย ทั้งวิธีการที่ใช้ต่างกัน จำนวนผู้เล่น ประเภทของอุปกรณ์ วิธีเล่น และระดับความยากง่ายของเกม จัดหาข้อมูลเพื่อแนะนำกลุ่มหรือเด็กแต่ละคน ค้นหาวิธีเล่นของนักเรียนที่เป็นผู้ชนะ เทคนิควิธีการต่าง ๆ ในการนับเลข การนับในใจ และการหาข้อมูลความขัดแย้ง

เกมต่าง ๆ มีประโยชน์มากมายตามที่กล่าวมา ในการเลือกเกมมาใช้ประกอบ การเรียน การสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องเลือกให้เหมาะกับนักเรียน เรื่องที่จะเรียน วิชา เวลา ฯลฯ ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้เกมมาประกอบการสอนในแต่ละครั้ง หรือเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่ต้องการ

หลักในการนำเกมมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ ตามที่ รุ่งอรุณ ลีชะวณิช (2546 : 93-94) ได้เสนอขั้นตอนการใช้เกมประกอบการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กติกาการเล่นต้องไม่ซับซ้อนเกินไป
2. ใช้เวลาในการเล่นไม่มากนัก
3. เป็นเกมที่มีการเสี่ยง ให้โอกาส ให้ความรู้
4. ให้ความสนุกสนาน
5. ช่วยให้การที่ฝึกฝนที่จำเป็นและน่าสนใจ
6. เกมบางเกมควรให้เด็กเรียนอ่อนชนะได้บ้าง
7. เกมทุกชนิดควรใช้เพื่อให้เกิดการแข่งขันกับตนเอง
8. ควรมีรูปร่างลักษณะที่น่าสนใจ สะดุดตา สวยงาม
9. คำสั่งเข้าใจง่าย
10. วิธีการให้คะแนนชัดเจน
11. ผู้เล่นมีโอกาสชนะได้บ่อย ๆ
12. ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์น้อย
13. เตรียมอุปกรณ์ล่วงหน้า

ขั้นตอนในการใช้เกมประกอบการสอนคณิตศาสตร์ ตามที่ รุ่งอรุณ ลีชะวณิช (2546 : 94-95) ได้เสนอหลักในการนำเกมมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. บอกชื่อเกมให้นักเรียนทราบ
2. จัดนักเรียนให้อยู่ในจำนวนและลักษณะที่ต้องการ
3. อธิบายวิธีการเล่นเกม รวมทั้งกฎ กติกา การตัดสิน
4. สาธิตให้ดูเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น
5. ตอบคำถามเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจ
6. เริ่มเล่นเกม
7. มีความยุติธรรมเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

8. พยายามกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม
9. นักเรียนทุกคนควรร่วมกันเล่นจนจบเกม
10. เมื่อเล่นเกมจบแล้ว ต้องมีการสรุปสิ่งที่ได้จากการเล่นเกมทันที

ในการเล่นเกมนักเรียนทุกคนควรจะสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมให้นักเรียนด้วย เช่น การไม่เห็นแก่ตัว ไม่คิดแต่การเอาชนะเพียงอย่างเดียว ซื่อสัตย์ เคารพกติกา ฯลฯ และเกมที่ต้องเล่นเป็นกลุ่มที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการทางสังคมได้โดยตรง ซึ่งขณะผู้เล่นเกมอยู่หากมีปัญหาครูผู้สอนควรช่วยแก้ปัญหาและสอนสอดแทรกคุณธรรมไปด้วย การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกม จำนวน 11 แผนการสอน ผู้วิจัยได้สร้างเกมตามแนวคิดของ กิลแมน (Gilman, 1976 : 124) ได้แบ่งเกมต่าง ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ เกมพัฒนาการ (Developmental games) เป็นเกมที่ทำให้ผู้เล่นได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ ๆ เกมยุทธวิธี (Strategy games) เป็นเกมที่เร้าให้ผู้เล่นสร้างแผนการหรือหาแนวทางเพื่อจะได้บรรลุจุดมุ่งหมายโดยเฉพาะ และเกมเสริมแรง (Reinforcement games) เป็นเกมที่ช่วยให้ผู้เล่นได้เรียนรู้ความจริงที่เป็นพื้นฐานต่าง ๆ และฝึกทักษะในการนำความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ จำนวน 11 เกม และเกมต่าง ๆ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

7. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกม

สิริชนม์ ปิ่นน้อย (2542 : 96) กล่าวว่า ลักษณะของกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์จะเห็นได้ชัดเจนว่ากิจกรรมการสอนเกมคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด ทดลอง ทำตอบในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการรู้ สงสัย ซึ่งเป็นทั้งการกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นผู้สร้างองค์ความรู้จากภายในด้วยตนเองและแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นแนวคิดสำคัญที่ช่วยให้การเรียนที่ให้บรรยากาศในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการลงมือกระทำกับวัตถุ และสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยอุปกรณ์และสถานการณ์ที่หลากหลาย อันเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมนั่นเอง

รุ่งอรุณ ลีชะวณิช (2546 : 100) กล่าวว่าการเล่นเกมนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกิจกรรมที่มีความน่าสนใจ ไม่เครียด ได้คิดอยู่ตลอดเวลา ได้ค้นหาคำตอบที่ต้องการได้ด้วยตนเอง ดังที่ นิตยา สุวรรณศรี (2540 : 123) กล่าวว่า เกมเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก เกมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนเรียนและสิ่งที่อยู่รอบตัว ผู้เรียนจะมีโอกาสในการคิดแก้ปัญหา หาเหตุผล และการเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเกมต่าง ๆ มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนที่มักชอบการเล่น

มากกว่าการเรียน การเล่นเกมคณิตศาสตร์ตามกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นี้เป็นการเล่นเกมที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ทั้งในเรื่องความคิดรวบยอด และสำนึกในด้านจำนวนไปโดยไม่รู้ตัว

8. เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกม

ในการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกมผู้วิจัยได้เปรียบเทียบดังตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกม

หัวข้อเปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
1. หลักการ	<ol style="list-style-type: none"> ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียนเป็นกลุ่ม กิจกรรมเป็นกิจกรรมตามความสนใจ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล 	<ol style="list-style-type: none"> การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ลงมือปฏิบัติประสบการณ์ตรง การลองผิดลองถูก และค้นหาวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้ควรเป็นองค์รวมเน้นสภาพจริงและสิ่งที่เป็นจริง
2. ขั้นตอนการเรียนรู้	<ol style="list-style-type: none"> สร้างประสบการณ์ วิเคราะห์ประสบการณ์ บูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด พัฒนาความคิดรวบยอด ปฏิบัติตามความคิดรวบยอด การปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง วิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ แลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น 	<ol style="list-style-type: none"> สร้างความขัดแย้งทางปัญญาคูเสนอปัญหาที่นำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้นักเรียนฟังพร้อมกัน ดำเนินการได้ตรงรอง นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยครูแจกอุปกรณ์ในการเล่นคณิตศาสตร์ครูอธิบายวิธีเล่นเกมคณิตศาสตร์นักเรียนเล่นเกมคณิตศาสตร์

ตาราง 2 (ต่อ)

หัวข้อ เปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์
		3. สรุปผลการสร้างโครงสร้าง ใหม่ทางปัญญาครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายนักเรียนทำ แบบฝึกหัด
3. ลักษณะเด่น	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนเรียนรู้ตามลักษณะที่เคลื่อนไหว อย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามวัฏจักร ของการเรียนรู้ 2. ผู้เรียนร่วมกันคิดปัญหาจากการ เรียน และเรียนรู้อย่างมีความสุข 3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนอง การเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ลักษณะ ซึ่งสัมพันธ์กับ โครงสร้างและการ ทำงานของสมองซีกซ้าย และสมอง ซีกขวา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีกิจกรรมหลากหลาย ผู้เรียน ลงมือและค้นหาวิธีที่จะเกิด ความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง 2. การเล่นเกมคณิตศาสตร์ตาม แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็น กิจกรรมที่น่าสนใจ สนุกสนาน ไม่เครียด ได้คิดอยู่ตลอดเวลา ทำให้ค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง 3. ผู้เรียนช่วยกันเขียนความคิด รวบรวมได้เป็นการสร้างองค์ ความรู้ที่แท้จริงและยั่งยืน
4. บทบาท ผู้เรียน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนเรียนรู้ทุกขั้นตอน และก้าวหน้า ตามธรรมชาติ ได้ใช้สามัญสำนึก ความรู้สึกรับประสบการณ์และ พัฒนาความคิด 2. ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาให้กิจกรรมที่ได้ เรียนรู้ตามขั้นตอนของวัฏจักร การเรียนรู้ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนตอบคำถามเพื่อเป็นแนวทาง การหาข้อสรุป 2. ผู้เรียนหาข้อมูลและเรียนรู้ด้วย การกระทำหรือด้วยสื่อที่จับต้องได้ 3. ผู้เรียนถูกคาดหวังว่าเป็นนัก คิดที่สามารถใช้เกมสร้างทฤษฎี เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนได้
5. บทบาท ผู้สอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนทำการสอนตามลำดับขั้นตอน ของวัฏจักรการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดูแลการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนคือผู้จัดการทำให้เกิด การเรียนรู้

ตาราง 2 (ต่อ)

หัวข้อ เปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์
	<p>2. ให้คำแนะนำ ปรีกษา และช่วย แนะนำการแก้ปัญหาในการทำ กิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน</p> <p>3. ให้ความรัก ความเมตตาแก่ผู้เรียน ทุกคนให้ความเป็นกันเองอย่างเต็มที่</p>	<p>2. ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็นหลากหลาย เพื่อให้สามารถค้นหาจุดยืน ของความคิดตนเอง</p> <p>3. ให้กำลังใจ ให้คำชมเชยนักเรียน ที่พยายามค้นหาแนวทางในการ แก้ปัญหา</p>

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เกม

9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จงรักษ์ ตั้งละมัย (2545 : 50-51) ศึกษาผลการฝึกความคิดของนักเรียนในเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ที่ได้รับการฝึกแบบอนนัยที่มีเนื้อหาต่างกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฝึกความคิดของนักเรียนที่มีเนื้อหาต่าง ๆ กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฉาตยา อุทัยรัตน์ (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับความรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกัน ในโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับชั้น เพศ และระดับความรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกัน จะมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ไม่พบผลปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างชั้นกับเพศ ชั้นกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียน เพศกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียน และระหว่างชั้น เพศ และระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียน ที่ส่งผลร่วมกันต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแต่อย่างใด พัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สู่มัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ตามลำดับ และยังพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่างก็มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นตามลำดับชั้นที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับที่พบว่านักเรียนว่านักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้งประเทศ ปานกลางและระดับสูงจะมีพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับชั้นที่สูงขึ้นด้วย

สุกัญญา ลิธิระ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการฝึกความสามารถของสมองด้านการคิดวิเคราะห์ของในทฤษฎีย่อยด้านการคิดตามทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของสเติร์นเบอร์กที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดจันทร์ประดิษฐาราม โดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูมวัด ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คุณย์ สีมา (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) และกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนุช ดวดกระโทก (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ทศนิยม และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เนลสัน (Nelson. 1970 : Abstract) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ครู 2 แบบ กับนักเรียนเกรดหก 2 ห้องเรียน ห้องหนึ่งสอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด ส่วนอีกห้องหนึ่งสอนโดยวิธีไม่ได้กระตุ้นให้คิด โดยสอนสัปดาห์ละ 3 วัน รวม 36 คาบเรียน จากนั้นทั้งสองชั้นได้รับการนำเข้าสู่การทดลองด้วยวิธีการที่เหมือนกัน แต่ในตอนอภิปรายหลังการทดลองที่สอนโดยไม่ได้กระตุ้นให้คิด ครูจะใช้คำถาม

ระดับต่ำ เช่นคำถามความรู้ความจำ ส่วนห้องที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง เช่นคำถามที่เกี่ยวกับการสรุป อ้างอิง และการพิสูจน์ หลังจากนั้นจึงทำการวัด 1) ทักษะด้านความรู้ของนักเรียนโดยใช้การวัดทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ของนักเรียนที่มีการสังเกต การสรุป อ้างอิง การพิสูจน์ และการจำแนก 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า พวกที่สอนแบบกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด มีการเพิ่มปริมาณ และคุณภาพด้านการสังเกต และการสรุปอ้างอิงดีกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด

เลวิน (Levin. 1983 : 176) ได้อ้างถึงงานวิจัยของ คอมเบอร์ และ คีฟส์ (Comber & Keeves) ในโครงการ IEA ที่ทำการวิจัยกับนักเรียน 19 ประเทศ พบว่า นักเรียนจะปฏิบัติงานได้ดีในกรณีทำงานเหล่านั้น ใช้ความสามารถด้านการคิด ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) และจะปฏิบัติงานได้ดีพอสมควรเมื่อเป็นงานที่ใช้ความสามารถด้านการคิดที่ซับซ้อนเช่นการนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) การประเมิน (Evaluation)

สเตอร์นเบิร์ก และ คลิงเคินเบิร์ต (Sternberg & Clinkenbeard. 1995 : 255-260) ได้ใช้ทฤษฎีของสเตอร์นเบิร์กศึกษาความสามารถของเด็กปัญญาเลิศ โดยวัดใน 3 ด้าน คือความสามารถในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Memory-analytic) ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (Creative-synthetic) และความสามารถในการปฏิบัติตามสภาพแวดล้อม (Practical-contextual) โดยวัดใน 3 ด้าน คือด้านภาษา (Verbal) ด้านปริมาณ (Quantitative) และด้านรูปภาพ (Figural) โดยใช้แบบสอบ 2 แบบคือ แบบเลือกตอบ และแบบทดสอบความเรียง (Essay) รวมจำนวนแบบทดสอบ 9 ฉบับ ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบนี้สามารถที่จะใช้คัดเลือก ใช้สอน และประเมินผลเด็กที่มีความสามารถพิเศษได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สุกัญญา วุฒิรัศย์ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงการคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังการสอนโดยใช้โครงการคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังการสอนโดยใช้โครงการคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรปวีณ์ สุตะพาหะ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธีที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน สตรีนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี ปีการศึกษา 2546 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ จำนวน 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น หลังจากได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียน มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น หลังจากไม่ได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กว่านักเรียนที่ไม่ได้การฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไพโรจน์ ชำนาญ (2550 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) พบว่า นักเรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยนักเรียนที่มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 77.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

นิตยา ฉิมวงศ์ (2551 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการสอนตามปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

ลัมพกิน (Lumpkin. 1991 : Abstract) ได้ศึกษาผลของทักษะการสอนการคิดอย่างมี วิจารณญาณเป็นวิธีสอนที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนของเนื้อหาวิชาสังคมศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาเกรด 5 และ 6 ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เป็นนักเรียนเกรด 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนใน เนื้อหาวิชาสังคม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนเกรด 6 ในกลุ่มทดลองซึ่ง สอนด้วยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียน ในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฮัลสเตอร์ (Halsted, 1999 : Abstract) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ใน โรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทำการศึกษาเป็นเด็กนักเรียน ชั้นเกรด 7 จากการวิจัยครั้งนี้มีการบ่งชี้ว่านักศึกษาอาจจะต้องเปลี่ยนระเบียบวิธีและทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนในเรื่องของวิชาวิทยาศาสตร์เพราะการวิจัยพบว่าห้องเรียนและสิ่งแวดล้อมในห้องมีผลอย่างมากในการที่จะสนับสนุนให้เด็กคิด และพบอีกว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่让孩子ได้มีโอกาสสนทนาและเปลี่ยนความคิด และการได้ทำงานด้วยกัน การได้ทดลองด้วยตนเองจริง ๆ เป็นวิธีที่ให้ประโยชน์อย่างมากต่อการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์

9.3 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT)

อรปวีณ์ สุตะพาหะ (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี ที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีรัตนบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น หลังจากได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียน ที่ไม่ได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร เกื้อนสว่าง (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องเศษส่วน และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก โดยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความคิดเห็นว่าได้มีโอกาสเรียนรู้และลงมือปฏิบัติ ด้านประโยชน์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความคิดเห็นทำให้เกิดความมั่นใจในการคิดและปฏิบัติงานอย่างมีระบบ และบรรยากาศในการเรียนรู้ มีความคิดเห็นที่ทำให้กระตือรือร้น และสนใจการเรียน

นิภารัตน์ ตอสกุล (2551 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความรู้สึกเชิงจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความรู้ลึกเชิงจำนวนสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1985 : 61-68) ได้ศึกษาระบบ 4 MAT ในการฝึกคณะครูให้พัฒนา มากขึ้นจากการใช้ระบบ 4 MAT ในการปรับแผนการสอนให้เหมาะกับนักเรียน และแนะนำแนวทาง สำหรับคณะครูในการใช้ ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำ 7 ประการ ในการพัฒนาผู้ใช้ระบบนี้

โบเวอร์ (Bower. 1987 : 197) ได้ศึกษาผลการใช้การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 จำนวน 54 คน จาก 2 โรงเรียนในรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยสุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) กับกลุ่มที่ใช้หนังสือเรียน เพื่อให้ใช้สมองซีกซ้ายเท่ากัน ในการสอนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ ข้อแรกของนิวตัน จำนวน 3 ชั่วโมง โดยวัดจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบวัด เจตคติ ผลการวิจัยพบว่า มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง 2 กลุ่ม และกลุ่มที่ใช้ ระบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) มีผลสัมฤทธิ์ทางเจตคติต่อการเรียนอย่างแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แซงสเตอร์ และ ชูลแมน (Sangster & Shulman. 1988 : 71) ได้ศึกษาผลของระบบการสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ที่มีต่อการถ่ายทอดรูปแบบของหลักสูตร โดยศึกษาเจตคติของครู ความเข้าใจของครูและนักเรียน และศึกษาประสิทธิภาพของระบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ด้วยบทเรียนทั้งหมด 14 บท ที่พัฒนาขึ้นและ 6 บท ในการศึกษาค้นคว้า จากการตอบแบบ สอบถามของครูกับนักเรียน การสัมภาษณ์ครู 31 ท่าน และนักเรียนจำนวน 572 คน ผลการวิจัย พบว่า ระบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดีจากครูและนักเรียน โดยทั่วไป

เคลลี (Kelly. 1990 : 40-41) ได้ศึกษาการใช้ระบบ 4 MAT ในโรงเรียนกฎหมาย ศาสตราจารย์ แห่งสมาคมกฎหมาย ได้ระบุถึงการไม่ลงรอยกันของศาสตราจารย์เกี่ยวกับวิธีการสอนการวิเคราะห์ ด้วยรูปแบบการประยุกต์การเรียนรู้ของเขาด้วยการเรียนด้วยกระบวนการ 4 MAT เขาเลือกใช้กระบวนการนี้ เพื่อช่วยนักเรียนกฎหมายให้ดึงประสบการณ์มาสู่การเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดด้วยการฝึกประยุกต์ ใช้ทฤษฎี และด้วยการพัฒนาทฤษฎีใหม่ โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์จริงของตนเอง

เคลเลย์ (Kelley. 1990 : 38-39) ได้ศึกษาการใช้ระบบ 4 MAT ในการปรับปรุงการใช้บุคลากร การประเมินหลักสูตรและแผนการสอน หลักจากประชุมอภิปรายเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ (4 MAT) ของโรงเรียนในแถบรัฐโคโลราโด ซึ่งได้พัฒนาด้วยโครงการมากมาย โดย ได้รับการสนับสนุนแจกจ่ายและประยุกต์ใช้ คณะครูใช้กระบวนการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ที่สร้างขึ้น และปรับปรุงการเรียนของผู้เรียนด้วยนวัตกรรมใหม่ ๆ

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31-37) ได้ศึกษาการใช้ระบบ 4 MAT ซึ่งนำวิธีการเรียนมาสู่โรงเรียน 4 MAT มี 8 ชั้น ในวัฏจักรการสอนใช้ประโยชน์จากแบบการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน และกระบวนการทำงานของผู้เรียนที่ถนัดสมองซีกซ้ายและขวา ผู้เรียน 4 แบบ (จินตนาการ วิเคราะห์ สามัญสำนึกและประยุกต์) สามารถใช้ 4 MAT เพื่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพของสมองได้ ผู้เรียนที่ใช้จะเรียนรู้ได้สะดวกสบายที่สุดในแบบการเรียนรู้อันหนึ่งของคุณ พร้อมกับเริ่มมีการคัดค้านถึงหน้าที่ในแบบการเรียนรู้อันที่มีความสะดวกสบายน้อยกว่า

ดิวเยอร์ (Dwyer. 1993 : 15) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนด้วยระบบ 4 MAT ในการสอนเพื่อสร้างแรงจูงใจในการพูด ในหลักสูตรขั้นพื้นฐานทางภาษา แผนการสอนระบบ 4 MAT (8 ชั้น การสอนสำหรับผู้เรียนแบบต่าง ๆ และผู้เรียนที่ถนัดการเรียนด้วยสมองซีกซ้ายและซีกขวา) สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแบบต่าง ๆ แต่ละชั้นใน 8 ชั้นให้ความสำคัญกับผู้เรียน และใช้กระบวนการถนัดสมองซีกซ้ายและซีกขวา การใช้ระบบการพัฒนาแผนการสอนของครูในหน่วยการเรียน พบว่า ความสนใจในผลงานของนักเรียนทั้งหมดดีขึ้นสามารถดึงดูดความสนใจในการพูดด้วยระบบที่จัดเตรียมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการฝึกหัดที่เหมาะสมได้แสดงความคิดใหม่ ได้กระทำและเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีส่วนกับผู้เรียนคนอื่น ๆ

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1985 : 46-51) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบ กับรูปแบบการเรียนรู้อันหนึ่งวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถนำไปใช้ได้ห้องเรียน ขณะเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้น โดยเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายและเป็นไปตามธรรมชาติจากความรู้ที่ไปถึงความคิดไตร่ตรอง และสุดท้ายสู่การกระทำ ครูไม่ต้องแบ่งผู้เรียนเป็นแบบต่างๆ แต่ช่วยให้พวกเขาทำงานอย่างสมดุลและสมบูรณ์

แคปแลน (Kaplan. 1998 : 83-92) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เพื่อพัฒนาการเป็นผู้นำที่มีประสิทธิภาพโดยมีความเชื่อมั่นในการพัฒนาการเป็นผู้นำของนักเรียนในโรงเรียนในอนาคต สิ่งที่เราคาดหวังคือ ให้ผู้เรียนมีความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ที่ผู้ใช้จะมีความคิดเป็นมิตรและมีโครงสร้างพื้นฐานในการวิจัย เพื่อออกแบบหลักการปฏิบัติที่มีอำนาจ การทำงานในห้องปฏิบัติการเพื่อพัฒนาพฤติกรรมผู้นำท่ามกลางเจ้าหน้าที่ผู้อำนวยการ

9.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

สิริชนม์ ปิ่นน้อย (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถด้านจำนวนในการเปรียบเทียบจำนวน ได้แก่ จำนวนที่เท่ากัน จำนวนที่มากกว่า จำนวนที่น้อยกว่า การเพิ่มและลดจำนวน ตัวอย่างประชากรคือ เด็กวัยอนุบาล ชั้นอนุบาลปีที่ 2 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการเปรียบเทียบ

คะแนนความสามารถในการเพิ่มและลด คะแนนความสามารถด้านจำนวนของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนเกมคณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุ่งอรุณ ลีชะวณิชย์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสำนึกด้านจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังอย่างประชากรคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 32 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ใช้การสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีสำนึกด้านจำนวนดีกว่านักเรียนที่ใช้การสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ภาวิณี คำชาลี (2550 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และ ทศนิยม และการคิดวิเคราะห์ ระหว่างวิธีเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน วิธีเรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และวิธีเรียนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครู สสวท. วิธีเรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และวิธีเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

นิติญา อันแสน (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคคคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติละปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ผลการวิจัยพบว่า 1.การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคคคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติละปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับความสนใจและประสบการณ์ของ

นักเรียน 2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.45 และมีจำนวนนักเรียน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

จุฬาลักษณ์ เถลิงแสน (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน คือ 1) ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน ประกอบด้วย การแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนหรือครูอ่านให้ฟัง และมีการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้เกม นิทาน บทบาทสมมติ 2) ช้่นสอนประกอบด้วย การ เเชิญสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ การไต่ร่องทางปัญญาในกลุ่มย่อย โดยนักเรียนจะรวมกลุ่ม 6 คน แต่ละคนจะนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาต่อกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มจะพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสม และบันทึกลงในบัตรกิจกรรมกลุ่มย่อย การเสนอแนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มย่อยต่อทั้งชั้น โดยตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่ได้เสนอต่อทั้งชั้น 3) ช้่นสรุปเป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิด หลักการในเรื่องที่เรียน สมาชิกทุกคนจะอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกันเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีและเหมาะสมที่สุด 4) ช้่นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ฝึกให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ จากแบบฝึกทักษะที่ครูเตรียมมา 5) ช้่นประเมิน เป็นการตรวจสอบความรู้จากการทำแบบฝึกทักษะ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนจำนวน ร้อยละ 76.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 77.89 ของคะแนนเต็ม ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

เบสลี่ (Beasley. 1996 : Abstract) ได้ศึกษาเรื่อง ความเป็นตัวของตัวเองในห้องเรียน คอนสตรัคติวิสต์ พบว่า มีสิ่งที่ไม่เปลี่ยนแปลงคือ 1) ความเป็นตัวของตัวเอง และการปกครองตนเอง 2) ความเป็นตัวของตัวเองและหลักสูตร 3) ความเป็นตัวของตัวเองในสถานการณ์ที่ขัดแย้ง 4) ความเป็นตัวของตัวเองและการนับถือผู้อื่น 5) สิ่งที่เป็นหัวใจของเด็กในห้องเรียนคอนสตรัคติวิสต์คือ การมีโอกาสอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแก้ปัญหาคความขัดแย้ง และการสร้างสรรค์ การสื่อสารในการอภิปราย

คอบบ์, วูด และ แยกเคล (Cobb, Wood & Yackel. 1991 : Abstract) ได้ทำการทดลองเอาทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปสู่การปฏิบัติในสถานการณ์การเรียนการสอนจริงในโรงเรียนซึ่งมีข้อจำกัดต่าง ๆ มากมาย แต่ก็ยังได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งเขาได้ทดลองโดยร่วมกับครูผู้สอนจำนวน 18 คน จากโรงเรียนในระบบเดียวกัน ได้ทำการทดลองสอนคณิตศาสตร์แก่นักเรียนเกรด 2 ซึ่งมีอายุ 7 ปี ด้วยวิธีการแบบคอนสตรัคติวิสต์เป็นเวลา 1 ปีการศึกษาภายใต้ข้อบังคับต่าง ๆ ของโรงเรียนเช่น

ต้องใช้จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มโรงเรียน ต้องใช้ค่าเฉลี่ยจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน (Standardized achievement test) เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลการเรียน และยังต้องต่อสู้กับการห้วงกังวลของบิดามารดาของนักเรียนที่ร่วมโครงการ แม้ว่าข้อจำกัดเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อการแปลงทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สู่การปฏิบัติ แต่โครงการก็ยังประสบผลสำเร็จอย่างมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นที่น่าพอใจ โครงการได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครองของนักเรียนในตอนกลางของปีการศึกษา ทศนคติของผู้บริหาร โรงเรียนและกลุ่มโรงเรียนมีต่อการพัฒนาขึ้นเป็นทางบวก นักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคมและการพูดแสดงความคิดเห็นอย่างเห็นได้ชัด ผู้วิจัยส่วนใหญ่มีความประทับใจที่สุดในด้านอารมณ์ของชั้นเรียนซึ่งมีความมุ่งมั่น มีความกระตือรือร้น และมีโอกาสได้สัมผัสกับความรู้สึกลึกซึ้งหนึ่งเมื่อสามารถแก้ปัญหาที่ท้าทายได้ โครงการนี้พยายามลดการใช้อำนาจในชั้นเรียนของครูลง มีการสร้างข้อตกลงและความคาดหวังที่แน่นอนระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ไว้วางใจซึ่งกันและกัน ครูให้ความสำคัญต่อความพยายามของพวกเขา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) และจัดการเรียนรู้ตามแนวคิคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกมเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดโคกช้าง (ราษฎร์บำรุง) เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เด็กไทยจะต้องคิดเป็นตามเจตนารมณ์ของนโยบายชาติ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกม ส่งผลให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีแล้วความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน