

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นปี พ.ศ. 2550
2. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. การสอนคณิตศาสตร์
4. การสอนแบบ 4 MAT
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นปี พ.ศ. 2550

หลักสูตรการศึกษา พ.ศ. 2550 เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศไทยจุดประสงค์ที่มุ่งเน้นปลูกฝังอุดมการณ์ คุณธรรม และจิตวิญญาณให้นักศึกษา โดยจัดให้นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามโรงเรียนสามัญพร้อมทั้งฝึกความชำนาญโดยจัดการสอนภาคปฏิบัติจริงและการใช้สื่ออุปกรณ์การสอนที่ผลิตจากวัสดุของที่มียู่ตามท้องถิ่น

กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 7) ได้สรุปถึงหลักการจัดการเรียนการสอนตามสาระการเรียนรู้ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตามการกำหนดเวลาเรียนและแนวการจัดการเรียนรู้แต่ละภาคเรียน หลักการเพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามแนวทางนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศจึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักศึกษาครูสามารถสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ โดยเฉพาะในสาขาวิชาที่ตนได้เลือกเอาไว้
2. เพื่อให้นักศึกษาครูสามารถสอนได้ 1 ใน 4 วิชาเลือก (เทคโนโลยี พลศึกษา ศิลปะ การวาดรูป ศิลปะด้านดนตรี)
3. เพื่อให้นักศึกษาครูได้เรียนวิชาเลือกเสรีได้มากขึ้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การกำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการการเรียนรู้และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้กลุ่มวิชาครูทั่วไป กลุ่มวิธีสอน กลุ่มวิชาการฝึกหัดสอน กลุ่มวิชาเฉพาะตามสาย กลุ่มวิชาทั่วไปบังคับและกลุ่มวิชาเลือกเสรี

มาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ 6 กลุ่มที่เป็นข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของแต่ละกลุ่มเพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ซึ่งกำหนดเป็น 2 ลักษณะคือ

1. มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้แต่ละระดับภาคเรียนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษา
2. มาตรฐานการเรียนรู้ระดับภาคเรียนเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละภาคเรียนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละภาคเรียน

เวลาเรียน หลักสูตรศึกษากำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนไว้ดังนี้

ระดับภาคเรียนที่ 1 มี 26 หน่วยกิต 26 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 416 ชั่วโมง
ระดับภาคเรียนที่ 2 มี 25 หน่วยกิต 25 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 550 ชั่วโมง
ระดับภาคเรียนที่ 3 มี 25 หน่วยกิต 25 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 550 ชั่วโมง
ระดับภาคเรียนที่ 4 มี 24 หน่วยกิต 24 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 384 ชั่วโมง
ระดับภาคเรียนที่ 5 มี 20 หน่วยกิต 20 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 320 ชั่วโมง
ระดับภาคเรียนที่ 6 มี 22 หน่วยกิต 22 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 352 ชั่วโมง

กลุ่มวิชาเฉพาะตามสายการเรียนคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 10) กลุ่มวิชาเฉพาะตามสายเรียนคณิตศาสตร์รวมมี 7 วิชา ดังนี้ คณิตศาสตร์พื้นฐาน วิเคราะห์คณิต เรขาคณิต พีชคณิต ความน่าจะเป็นและสถิติ คณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ และวิชาเลือกบังคับซึ่งมี 48 หน่วยกิต 768 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักประกอบด้วยเนื้อหาวิชาพีชคณิตและทักษะกระบวนการทางพีชคณิต ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควร บูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้ สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ พีชคณิต 2 ประกอบด้วย

สาระที่ 1 การดำเนินการทวิภาค (Binary Operations)

สาระที่ 2 กรุป (Groups)

สาระที่ 3 ริง (Rings)

สาระที่ 4 ฟিলด์ (Fields)

สาระที่ 5 เวกเตอร์สเปซ (Vector Spaces)

สาระที่ 6 พหุนาม (Polynomial)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย คือ สาระที่ 1 สาระที่ 2 และ สาระที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 การดำเนินการทวิภาค

มาตรฐาน 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงกรุปและนำไปใช้ในชีวิตจริง

มาตรฐานการเรียนรู้

1. ชี้แจงการเป็นการดำเนินการทวิภาค
2. ชี้แจงการเป็นสัทิสถานฐาน (Homomorphisms) และสมสัทิสถาน (Isomorphisms)

ของการคำนวณภายในกรุป

สาระที่ 2 กรุป

มาตรฐาน 2.1 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการแก้ปัญหา

มาตรฐานการเรียนรู้

1. เขียนนิยามกรุปได้อย่างถูกต้อง
2. นำนิยามและคุณลักษณะไปใช้ในการศึกษาเป็นกรุป

สาระที่ 3 ริง

มาตรฐาน 3.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐานการเรียนรู้

1. ให้นิยามและเงื่อนไขกรุปเป็นริง ริงย่อย สัทิสถานฐาน และสมสัทิสถาน
2. ใช้นิยามและเงื่อนไขในการศึกษาการเป็นริง ริงย่อย สัทิสถานฐานและสมสัทิสถาน

การสอนคณิตศาสตร์

ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2529 อ้างถึงใน ประเชิญ ขาวนาไม้, 2542, หน้า 33 - 34)

ในการสอนคณิตศาสตร์ต้องอาศัยทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์มาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษาได้รับความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจึงต้องนำ ทฤษฎีดังต่อไปนี้มาใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) เป็นทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นในเรื่องการฝึกให้ทำแบบฝึกฝนทำแบบฝึกหัดมาก ๆ ซ้ำ ๆ จนกว่าเด็กจะเคยชินกับวิธีการนั้น ๆ การสอนจึงเริ่มโดยครูจะเป็นผู้ให้ตัวอย่างหรือบอกสูตรหรือกฎเกณฑ์แล้วให้เด็กฝึกฝนโดยการทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จนกระทั่งเด็กชำนาญ

2. ทฤษฎีการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incident Learning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเกิดความต้องการหรือความอยากรู้อย่างใดเรื่องหนึ่งเกิดขึ้น ดังนั้นกิจกรรมการเรียนควรจัดตามเหตุการณ์ที่บังเกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชนซึ่งเด็กได้ประสบกับตนเอง

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของนักศึกษาเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และมีความเชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้และเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดีเมื่อสิ่งนั้นมี ความหมายต่อเด็กเองและเป็นเรื่องที่เด็กได้พบเห็นและปฏิบัติในสังคมประจำวัน

4. ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 110 - 111)
ในการสอนคณิตศาสตร์ต้องอาศัยทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์มาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษาได้รับความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจึงต้องนำ ทฤษฎีดังต่อไปนี้มาใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน

4.1 ทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget) แสดงให้เห็นว่า

มโนภาพทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างขึ้นด้วยตัวของเด็กเองจากการกระทำตามธรรมชาติโดยมีวัตถุเป็นสื่อ

เด็กสามารถเข้าใจความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังจากที่เด็กสามารถเข้าใจในสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และเครื่องหมาย

เด็กควรจะได้เข้าใจมโนภาพต่าง ๆ ในลักษณะที่เป็นรูปธรรม

4.2 ทฤษฎีของบรูเนอร์ (Bruner) ได้สนับสนุนอย่างแข็งแกร่งต่อการเรียนด้วยการค้นพบและมีความเชื่อว่า

กระบวนการแก้ปัญหาควรเป็นสิ่งสำคัญต่อการศึกษามากกว่าการใช้คำตอบที่ถูกต้อง การที่เด็กจะเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเขาควรจะได้ร่วมในการค้นพบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การจดจำความจริงหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์มีความจำเป็นในบางกรณีเท่านั้น เช่น กรณีสิ่งเหล่านั้นจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

การที่เด็กได้สำรวจ จับต้องสิ่งของในสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสร้างมโนภาพ หรือการพัฒนาความคิดตามลำดับขั้น

ระดับที่ 1 ขั้นปฏิบัติด้วยวัตถุจริง ขั้นนี้เป็นการเริ่มต้นของการสร้างมโนภาพเกี่ยวกับ สิ่งที่เรียน นักศึกษาควรจะได้เล่น ได้สัมผัสวัตถุจริงเพื่อให้เกิดจินตนาการนำไปสู่ความเข้าใจ ในมโนภาพ

ระดับที่ 2 ขั้นที่นักศึกษาค่อย ๆ สร้างภาพของการใช้วัตถุจริง แทนสัญลักษณ์ ที่เขาได้เห็น

ระดับที่ 3 ขั้นตอนใช้สัญลักษณ์ ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาจะสามารถใช้สัญลักษณ์แทน ของจริงและจินตนาการภาพของจริง

ระดับการเรียนรู้ทั้งสามระดับนี้มีประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ จากประสบการณ์จากอุปสรรคไปสู่นามธรรม

สรุปแล้วทฤษฎีของบรูเนอร์ มีลักษณะที่เน้นตัวนักศึกษาเช่นเดียวกับ เพียเจต์ ด้วยการค้นพบโดยที่ครูให้คำแนะนำน้อยที่สุดและให้นักศึกษาทดลองด้วยตัวเองมากที่สุด

4.3 ทฤษฎีของคีนส์ (Dienes)

คีนส์เป็นนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงท่านหนึ่ง ซึ่งสิ่งที่ท่านได้ศึกษามีความสอดคล้อง กับแนวความคิดของเพียเจต์และบรูเนอร์

ทฤษฎีของคีนส์ สรุปว่า ในการสอนครูควรเริ่มด้วยอุปกรณ์ หรือสิ่งของให้นักศึกษาได้ เล่น ได้จับด้วยตนเอง ได้สังเกต ได้ตรวจสอบแล้วตั้งปัญหาให้นักศึกษา จากนั้นนักศึกษาก็จะหา ทางแก้ปัญหาเหล่านั้นเอง ครูมีหน้าที่จัดสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม และให้คำแนะนำน้อยที่สุด

จิตวิทยาการการสอนคณิตศาสตร์

เพียเจต์ (Piaget, 1923 อ้างถึงใน บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529, หน้า 35) กล่าวว่า การสอน คณิตศาสตร์ควรสอนตามลักษณะขั้นบันไดเวียน คือสอนบททวนเรื่องเดิมและค่อย ๆ ขยายออกไปสู่ความรู้ใหม่เวลาที่ครูจะสอนความคิดรวบยอดใหม่หรือความรู้ใหม่ให้แก่ นักศึกษาครูจะต้องรู้ ว่าความรู้เดิมของเด็กที่เป็นพื้นฐานของเรื่องนี้มีอะไรบ้างเด็กมีหรือยัง เช่น ครูจะสอนเรื่องเกี่ยวกับ กลุ่มก็ไม่สามารถทำได้ถ้าเด็กไม่รู้หลักการ

สุรชัย ขวัญเมือง (2539 อ้างถึงใน ประเชษฐ ขาวนาไม้, 2542, หน้า 34 – 35) ได้ กล่าวถึงจิตวิทยาการการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ให้นักศึกษามีความพร้อมก่อนที่จะสอน ครูควรสำรวจว่า นักศึกษาพร้อมที่จะเรียน หรือยัง ความพร้อมในที่นี้ หมายถึง วัย ความสามารถ และประสบการณ์เดิมของนักศึกษา

เราจะทราบได้โดยการสังเกต ชักถาม หรือทดสอบว่านักเรียนมีพื้นฐานเลขมาแล้วไหน นับได้ถูกต้องหรือไม่เพราะเด็กส่วนมากก่อนที่จะขึ้นระดับชั้นมามักจะเรียนมาบ้างและอาจมีความพร้อมไม่เท่ากัน

2. สอนจากสิ่งที่เด็กมีประสบการณ์พบเห็นอยู่เสมอ การให้เด็กได้เรียนจากประสบการณ์ ได้เรียนจากสิ่งที่เห็นรูปธรรมได้คิดได้ใช้ได้ทำด้วยตนเองทำให้เด็กเข้าใจและเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วขึ้น เป็นต้น

3. สอนให้นักศึกษาเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับส่วนย่อยส่วนใหญ่กับส่วนย่อย จะทำให้นักศึกษาเข้าใจได้ดีเพราะได้ทดลองโดยใช้จำนวนหรือของจริง ซึ่งได้ผลดีกว่าการให้จำกฎมาท่องจำเป็นข้อ ๆ

4. สอนจากง่ายไปหายากวิธีนี้ควรใช้ให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็กทั้งนี้ครูจะต้องพิจารณาว่าเด็กของตนมีความสามารถเพียงใด ควรจะสอนในระดับใด เช่น นักศึกษาในวิทยาลัยควรให้ทำกิจกรรมมาก ๆ ไม่ใช่ครูอธิบายให้ฟังแล้วให้ทำตาม ควรจะดูความสนใจของนักศึกษาประกอบด้วย

5. นักศึกษาเข้าใจหลักการและวิธีที่จะใช้หลักการการให้เด็กได้เผชิญกับปัญหาที่เราให้นักศึกษาสนใจอยากคิด อยากทำ อยากแก้ปัญหาอยู่เสมอ

6. ให้นักศึกษาฝึกหัดทำซ้ำจนกว่าจะคล่องและมีการทบทวนอยู่เสมอ เพราะการเรียนรู้และเข้าใจในหลักการอย่างเดียวไม่พอ การเรียนคณิตศาสตร์จะต้องใช้การฝึกฝนมาก ๆ เพื่อให้เข้าใจวิธีการต่าง ๆ การทำแบบฝึกหัดควรให้เหมาะสมกับนักศึกษาอย่างง่ายเกินไปหรือยากเกินไป จะทำให้นักศึกษาเบื่อการทำงานแบบฝึกหัดควรให้นักศึกษาทราบว่าทำไปเพื่ออะไร มีคุณค่าอย่างไร ให้เด็กมีความเชื่อมั่นในตนเองและเคยชินกับสิ่งที่ทำเมื่อครูพบข้อบกพร่องของเด็กควรรีบแก้ไขทันที

7. ต้องให้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรมทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรมยากแก่การเข้าใจ จึงควรให้นักศึกษาได้เริ่มเรียนรู้จากรูปธรรมให้เข้าใจก่อนดังนั้นในช่วงแรกผู้สอนควรใช้ของจริง รูปภาพและสิ่งอื่น ๆ ที่สามารถใช้แทนจำนวนได้แล้วค่อยนำไปสู่สัญลักษณ์ในภายหลัง

8. ควรให้กำลังใจแก่นักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาเกิดความพยายาม อันเป็นพื้นฐานของความสำเร็จ

9. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล นักศึกษาที่มีความถนัดหรือความสนใจควรได้รับการสนับสนุนเป็นพิเศษ แต่เด็กที่ไม่สนใจ ครูควรหาสาเหตุหรือหาทางที่จะช่วยเหลือ

จากทฤษฎีที่กล่าวมาทำให้ทราบว่าจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียนด้วย การสอนจึงจะประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย นอกจากนี้แล้วในขณะที่ทำการสอนครูผู้สอนจำเป็นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยอาศัยประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาและชีวิตประจำวัน โดยผู้เรียนจะต้องเห็นประโยชน์ของการเรียนนั้น ๆ ด้วย

หลักการสอนคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 ก, หน้า 103) ได้สรุปหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานสำหรับการสอน ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมจะต้องเริ่มจากการเตรียมพร้อมในด้านพื้นฐานความรู้เดิมไปสู่การเสนอความรู้ใหม่
2. การจัดกิจกรรมการสอนจะต้องเริ่มจากการเล่นอย่างอิสระแล้วเพิ่มความเป็นระบบเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ตามแผนที่ตั้งไว้
3. การจัดกิจกรรมการสอนจะต้องเริ่มจากกิจกรรมที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม การใช้สัญลักษณ์ควรทำโดยให้นักศึกษาได้มีโอกาสเห็นรูปธรรม ได้สัมผัสกับวัตถุจริง
4. กิจกรรมทุกรูปแบบต้องผ่านการวางแผนและมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอนว่าจะดำเนินไปสู่การเรียนรู้เรื่องใดในใดหนึ่ง
5. กิจกรรมหลายรูปแบบทำเพื่อตอบสนองความต้องการของนักศึกษาที่มีความสามารถที่แตกต่างกัน
6. ควรให้มีกิจกรรมที่คล้ายกันหลายอย่าง เพื่อนำไปสู่การค้นพบ การค้นหาข้อสรุป การสร้างความเข้าใจเพื่อให้เกิดมโนภาพ
7. ต้องจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมและเพียงพอสำหรับนักศึกษา อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอนจะต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้า
8. มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักศึกษาถ้าเป็นเป็นกิจกรรมที่ยากหรือซับซ้อนเกินไปจะทำให้นักศึกษาไม่มีโอกาสประสบผลสัมฤทธิ์ และอาจจะทำให้ท้อถอยและถ่างถ่างเกินไปก็จะทำให้นักศึกษาไม่ได้คิด
9. การหลีกเลี่ยงเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนต้องวิเคราะห์ให้เป็นส่วนและปฏิบัติกิจกรรมย่อย ๆ เหล่านั้น
10. ให้กิจกรรมที่สอนสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันเพื่อให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียน
11. ให้มีกิจกรรมที่ส่งเสริมหรือฝึกทักษะที่จำเป็นในแต่ละบท
12. คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

13. ก่อนที่จะเปลี่ยนหัวข้อจะต้องมีกิจกรรมเพื่อประเมินว่านักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเรื่องเก่าเพียงพอหรือไม่ เพราะความรู้พื้นฐานมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนที่เกี่ยวข้องต่อไป

14. การให้รางวัลหรือลงโทษควรทำทันทีเมื่อพฤติกรรมไม่ดีเกิดขึ้น ถ้าไม่จำเป็นก็ไม่ต้องลงโทษเพราะเป็นสิ่งบั่นทอนกำลังใจหรือสร้างความกดดันต่อนักศึกษา

15. ให้นักศึกษารับรู้เป้าหมายของการทำกิจกรรมแต่ละอย่างรวมทั้งเหตุผลหลักการพื้นฐานสำหรับการสอนนี้ได้นักศึกษาหลาย ๆ คนแสดงทักษะต่าง ๆ ดังนี้

- ก. การเตรียมตัวนักศึกษาก่อนการสอน
- ข. การให้แบบอย่างหรือให้เห็นผลงานที่ต้องการให้นักศึกษาทำเมื่อจบบทเรียน
- ค. การใช้แรงจูงใจ
- ง. การให้นักศึกษามีส่วนร่วมอย่างเต็มส่วนในการเรียน
- จ. การแนะนำแนวทางให้นักศึกษา
- ฉ. การฝึกฝน ฝึกหัดตนเอง
- ช. การรู้คุณค่าในตนเอง
- ซ. การจัดลำดับขั้นตอนของสิ่งที่เรียน
- ฌ. ความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ญ. การสอนของครู

หลักการสอบแบบใหม่

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 ก, หน้า 101) มีบรรดาหลักการจำนวนหนึ่ง ซึ่งสร้างพื้นฐานของการสอนที่ดี เพื่อจะช่วยนักศึกษาให้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น มีดังนี้

ก. หลักการใช้กิจกรรม

นักศึกษาจะสร้างบทเรียนขึ้นด้วยตนเองโดยผ่านกิจกรรม หมายความว่า บรรดาบทเรียนที่อิงใส่การกระทำของนักศึกษามันจะทำให้มีประสิทธิผลดีขึ้น สิ่งนี้เรียกร้องให้ครูจะต้องจัดเตรียมบรรดากิจกรรม ที่นักศึกษาสามารถถอดความหมายหลักออกมาได้ การจัดเตรียมอย่างเดียวนั้นจะไม่พอ แต่ยังจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายความคิดเห็นที่ได้นั้นออกมา

ข. หลักการใช้สื่อการสอน

นักศึกษาจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีโดยใช้สื่ออุปกรณ์หรือสื่อการเรียนการสอนที่เป็นวัตถุจริงวัตถุจำลองหรือรูปประกอบ

ค. หลักการใช้คำถาม

นักศึกษาจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดี ความคิดที่เกิดขึ้นจากการตั้งคำถามเพราะเป็นสิ่งที่ท้าทายให้นักศึกษาค้นคิด ระดมสมอง เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีและถูกต้อง ซึ่งข้อสรุปที่เขาสามารถสร้างเป็นความรู้รอบคอบด้วยตนเองได้ นอกจากนั้นยังเป็นการเปลี่ยนความคิดของเขาในสิ่งที่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพื้นฐานอันใหม่

ง. หลักการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

ผู้เรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด ก็ต่อเมื่อเขาได้เข้าร่วมในการจัดตั้งแบบร่วมมือกัน ใช้สมองค้นคิดร่วมกันจะเน้นการใช้การเรียนรู้เป็นกลุ่มนั้นมีคุณประโยชน์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยนำหลักการการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นพื้นฐานแล้วจัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อสังเกต คิดค้นแล้วถอดเอาความรู้รอบคอบร่วมกัน การใช้หลักการการเรียนรู้เป็นกลุ่มยังสามารถใช้ทรัพยากรบุคคลและวัตถุได้ดีที่สุด

จ. หลักการการเรียนการสอนควรสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน

ถ้าเนื้อหาในบทเรียนใดมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันมาก ก็จะทำให้ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นเท่านั้นเพราะคณิตศาสตร์ได้ถูกนำมาใช้ในทุกขอบเขตต่าง ๆ เช่น เศรษฐกิจ การตลาด การค้า อุตสาหกรรม ออกแบบ ป้องกันประเทศ และการพาณิชย์ ดังนั้นในเวลาสอนครูควรใช้หลักการนี้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ดีที่สุด

ฉ. ความสัมพันธ์ระหว่างหลักการเรียนรู้กับหลักการสอน

ความสัมพันธ์ระหว่างหลักการเรียนรู้กับหลักการสอนมีความสัมพันธ์กัน ถ้าผู้สอนเข้าใจหลักการเรียนรู้ก็จะจัดการสอนให้สอดคล้องกันได้ การสอนที่คำนึงถึงหลักยุทธศาสตร์ในการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ได้สะดวกและเกิดความคิดที่ดีต่อการเรียน ดังนั้นผู้สอนจึงต้องนำหลักการเรียนรู้มาเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ให้ซึ่งจะเปรียบเทียบให้เห็นความสัมพันธ์ของหลักการเรียนรู้กับหลักการสอนดังนี้

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักการเรียนรู้กับหลักการสอน

หลักการเรียนรู้	หลักการสอน
1. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี เมื่อเขามี วุฒิภาวะถึงระดับและมีความพร้อมที่ จะเรียนทั้งทางด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์และสังคม	1. สอนให้สอดคล้องกับวุฒิภาวะและ ความพร้อมของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนยัง ไม่พร้อมที่จะเรียนจำเป็นต้องให้ผู้เรียน เตรียมความรู้และประสบการณ์เดิมของ ผู้เรียน สำรวจความสามารถและทักษะ ต่างๆ ถ้ายังขาดให้ปรับปรุงพื้นฐานที่ จำเป็นเสียก่อน
2. ผู้เรียนจะเรียนได้ดีเมื่อมีเป้าหมายและ รู้ขอบเขตโครงร่างของเนื้อหาที่เรียน	2. สอนโดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้รับรู้อย่างชัดเจน
3. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีถ้าเขามี ส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างแท้จริง และได้ใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านร่วมกัน	3. สอนโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนการสอน ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ จริง

หลักการสอนที่ดี

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 ก, หน้า 102) การสอนที่ดีทำให้มีประสิทธิภาพของ
การเรียนรู้ดี การสอนลักษณะใดก็ตามที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี จัดเป็นการสอนที่ดีทั้งหมด
การสอนที่ดีจะมีลักษณะดังนี้

1. การสอนที่ดีต้องมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี
2. การสอนจะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนา ทางด้านความคิด ด้านเจตคติและด้านทักษะ
3. ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียน
4. การสอนต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองหรือ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม
การเรียนการสอน
5. การสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตร
6. การสอนที่คำนึงถึงประโยชน์ของผู้เรียนที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
7. การสอนที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนสนใจ
8. การสอนที่มีบรรยากาศแห่งการส่งเสริมการเรียนรู้ทั้งบรรยากาศด้านวัตถุและด้านจิตใจ
9. การสอนที่ดีผู้สอนต้องรู้จักใช้ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ให้เหมาะสม

10. การสอนที่ดีต้องส่งเสริมระบอบประชาธิปไตย
11. การสอนที่เป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนไม่สับสน
12. การสอนที่ดีต้องมีการวัดผลและประเมินผลก่อนเรียนและหลังการเรียน
13. การสอนที่ดีผู้สอนต้องสอนด้วยความตั้งใจและมีความคิดสร้างสรรค์

การสอนคณิตศาสตร์ที่ดี

1. ต้องอธิบายให้ชัดเจนถึงความแตกต่างระหว่างนิยามและหลักเกณฑ์
2. ไม่เพียงแต่อธิบายแต่คำตอบเท่านั้นแต่ต้องอธิบายถึงกระบวนการ
3. ต้องให้นักศึกษารู้จักพิจารณาเหตุผลว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
4. สังเคราะห์หรือดึงเอาแนวความคิดที่หลากหลายของนักศึกษา
5. ให้นักศึกษาพัฒนาอุปกรณ์การสอนเครื่องมือด้วยตนเอง

ยุพิน พิพิธกุล (2530, หน้า 39 - 41) กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าในการสอนต้องคำนึงถึงเนื้อหาวิธีการสอนตัวนักศึกษากับตัวครูดังนี้

1. ด้านเนื้อหา ควรสอนจากง่ายไปยากเปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม เรื่องที่สัมพันธ์กันควรสอนไปพร้อม ๆ กันเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับนักศึกษา
2. ด้านวิธีการสอนควรสอนให้สนุก เปลี่ยนวิธีการสอนไม่ให้น่าเบื่อทั้งครูและนักศึกษาได้ใช้ประสาทตาหูฟัง มือเขียน ปากถาม-ตอบ มิใช่ให้นักศึกษาฟังอย่างใจลอยหรือครูไม่กวาดสายตาให้ทั่วทั้งชั้น

3. ด้านตัวนักศึกษาควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและทักษะเดิมที่นักศึกษามีอยู่จัดกิจกรรมใหม่ให้ต่อเนื่องใช้ความสนใจของนักศึกษาเป็นจุดเริ่มต้นในการนำเข้าสู่บทเรียนการสอนให้นักศึกษาสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเองลงปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้

4. ด้านตัวครู ควรมีความกระตือรือร้นหมั่นแสวงหาความรู้ มีอารมณ์ขันไม่เคร่งเครียดจะช่วยให้บรรยากาศในการเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529, หน้า 24 - 25) ได้สรุปหลักการสอนคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของนักศึกษาคือพร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์สติปัญญาและความพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐานที่จะมาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่จะช่วยให้ นักศึกษาเกิดความเข้าใจมองเห็นความสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนได้ดี

2. การจัดกิจกรรมการสอนจะต้องจัดให้เหมาะสมกับวัยความต้องการ ความสนใจและความสามารถของนักศึกษาเพื่อมิให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

3. ครูควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยเฉพาะคณิตศาสตร์วิชาที่ครูจำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่น ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

4. การเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ให้นักศึกษาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้จะช่วยให้ นักศึกษามีความพร้อมตามวัยและความสามารถของแต่ละคน

5. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบที่จะต้องเรียนไปตามลำดับขั้น การสอนเพื่อสร้างความคิดความเข้าใจในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและทำให้เกิดการสับสนจะต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการการเรียนการสอนจะเป็นไปตามลำดับขั้นที่วางไว้

6. การสอนแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่าจัดกิจกรรมเพื่อสนองจุดประสงค์อะไร

7. เวลาที่ใช้ในการสอนควรจะใช้ระยะเวลาพอสมควร ไม่นานเกินไป

8. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นได้ให้นักศึกษามีโอกาสเลือกทำกิจกรรมตามความพอใจตามความถนัดของตนและให้อิสระในการทำงานแก่นักศึกษาสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การปลูกฝังเจตคติที่ดีแก่นักศึกษาในการเรียนคณิตศาสตร์ถ้าเกิดขึ้นจะช่วยให้ นักศึกษาพอใจในการเรียนวิชานี้เห็นประโยชน์และคุณค่าย่อมจะสนใจมากขึ้น

9. การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักศึกษามีการวางแผนร่วมกันกับครูเพราะจะช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการสอนและเป็นไปตามความพอใจของนักศึกษา

10. การสอนคณิตศาสตร์ที่ดีถ้าเด็กมีโอกาสทำงานร่วมกันหรือมีส่วนร่วมในการค้นคว้าสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองกับเพื่อน

11. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกสนานบันเทิงไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วย จึงจะสร้างบรรยากาศที่น่าติดตามต่อไปแก่เด็ก

12. นักศึกษาสร้างครูจะเรียนได้ดีครูเราต้องจำได้จิตวิทยาของนักศึกษาและสร้างกิจกรรมหลายรูปแบบสร้างขบวนการค้นคิดสุดท้ายให้นักศึกษาสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง

13. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่องและเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนครูอาจใช้วิธีการสังเกตการณ์ตรวจแบบฝึกหัด การสอบถามเป็นเครื่องมือในการวัดผลจะช่วยให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักศึกษาและการสอนของตน

14. ไม่ควรจำกัดวิธีคิดคำนวณหาคำตอบของเด็กแต่ควรแนะวิธีคิดที่เร็วและแม่นยำในภายหลัง

15. ฝึกให้เด็กรู้จักตรวจคำตอบด้วยตนเอง

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535, หน้า 12 - 13) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ที่นับได้ว่าประสบความสำเร็จคือสามารถให้นักศึกษามองเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความหมายไม่ใช่

กระบวนการที่ประกอบด้วยทฤษฎี หลักการ การพิสูจน์หรือการคิดคำนวณเพื่อตัวของคณิตศาสตร์เองและได้เสนอแนะวิธีจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้นักศึกษาเพื่อช่วยให้นักศึกษามองเห็นความหมายของคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประเภทได้แก่

1. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมเป็นประสบการณ์ที่นักศึกษาได้กระทำกับวัตถุควบคู่ไปกับสัญลักษณ์ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษาเห็นว่าสัญลักษณ์นั้นมีความหมาย
2. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นกึ่งรูปธรรมเป็นการจัดประสบการณ์ที่ให้นักศึกษาได้รับสิ่งเร้าทางสายตาควบคู่ไปกับสัญลักษณ์ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษาเห็นว่าสัญลักษณ์นั้นมีความหมาย นักศึกษาไม่ต้องกระทำวัตถุหรือภาพของวัตถุ
3. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นนามธรรมเป็นประสบการณ์ที่นักศึกษาได้รับโดยใช้สัญลักษณ์เพียงพ้อย่างเดียว ไม่ต้องมีการกระทำกับวัตถุหรือรับทางสายตา

สุวร กาญจนมยุร (2544, หน้า 3 - 4) กล่าวว่า หลักการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับความคิดกระบวนการและเหตุผล ผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่จบแต่ละช่วงชั้นต้องตรงตามมาตรฐานด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่ระบุไว้ นักศึกษาแต่ละคนได้เรียนรู้จากสภาพจริงตามความถนัดตามความสนใจโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองเพื่อพัฒนาศักยภาพของตนเองในด้านความคิด ทักษะ กระบวนการ การให้เหตุผล การคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การสื่อสารหรือการสื่อความหมายวิธีการเรียนรู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ฉะนั้นแนวการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ควรเรียงลำดับขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 เป็นขั้นนำความรู้พื้นฐานที่จำเป็นและพอเหมาะ พร้อมทั้งจะเรียนเนื้อหาใหม่
 - ขั้นที่ 2 เป็นขั้นนำความรู้พื้นฐานที่จำเป็นไปใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่ซึ่งจะทำให้ได้ความคิดรวบยอดหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของเนื้อหาใหม่
 - ขั้นที่ 3 เป็นขั้นนำความคิดรวบยอด หลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของเนื้อหาใหม่ไปฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความรู้ความชำนาญอย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว
 - ขั้นที่ 4 เป็นขั้นนำความรู้ความชำนาญไปใช้ฝึกฝนจนเกิดความเฉลียวฉลาดรอบคอบ เกิดทักษะการคิดคำนวณทักษะการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง
- จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูจึงควรจัดประสบการณ์กึ่งรูปธรรมแล้วไปสู่ประสบการณ์นามธรรมซึ่งเป็นประสบการณ์ที่พึงปรารถนามากที่สุด

หลักการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 ข, หน้า 112) การสอนต้องปฏิบัติตามหลัก 7 ประการ ดังนี้
หลักการที่ 1 การสอนต้องศึกษาแนวคิดให้แก่นักศึกษา แต่ต้องใส่เนื้อหาในบทเรียนแต่ละบท เพื่อสร้างแนวคิดการเมืองที่ถูกต้องให้แก่เด็กเพื่อให้อนาคตเป็นพลเมืองดีของชาติ

หลักการที่ 2 การสอนต้องส่งเสริมความรู้วิทยาศาสตร์ธรรมชาติและสังคมที่ชัดเจนในการอธิบายบทเรียนแต่ละบทให้ชัดเจน เพื่อให้ให้นักศึกษามีความรู้ที่แน่นและเชื่อมั่นต่อวิทยาศาสตร์

หลักการที่ 3 การสอนต้องให้สอดคล้องระหว่างเนื้อหาในบทเรียนกับความสามารถในการรับรู้ของนักศึกษาแต่ละช่วงอายุ (ระหว่างความรู้ ระดับรับรู้ จำนวนชั่วโมงแต่ละบทที่นำมาสอน)

หลักการที่ 4 การสอนต้องให้ความรู้มีความต่อเนื่องกันในแต่ละบท เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายมีความรู้เป็นระบบ

หลักการที่ 5 การสอนต้องมีความประชาธิปไตยต่อผู้เรียน นักศึกษาทุกคนต้องมีสิทธิ์ตอบคำถามครูและครูก็ให้โอกาสแก่นักศึกษาถาม - ตอบในหมู่คณะตามความคิดสร้างสรรค์ ความสนใจนักศึกษาที่มีไม่กล้าแสดงออก ครูควรกระตุ้นให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและไขข้อข้องใจของตนเองกับหมู่คณะ

หลักการที่ 6 การสอนต้องเอาใจใส่นักศึกษาที่มีความพิเศษ นักศึกษาแต่ละคนล้วนแต่มีความพิเศษแตกต่างกันทางด้านร่างกาย จิตใจ ความประพฤติ ความสามารถ การเคลื่อนไหวและสุขภาพ

หลักการที่ 7 การสอนต้องให้มีเครื่องมือสัมผัสทางร่างกายทั้ง 5 และลงมือปฏิบัติจริงในเวลาสอนครูต้องพยายามหาวิธีที่ให้มีเครื่องมือทดลอง เพื่อเป็นการทดสอบให้นักศึกษาเห็นหรือให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงเพราะจะเป็นการทำให้นักเรียนจำเนื้อหาบทเรียนได้นานและมีความกล้าหาญในการทดลองวิทยาศาสตร์

วิธีสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์ไม่มีวิธีใดที่จะจัดกิจกรรมให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์แต่จะต้องใช้หลาย ๆ วิธีในการจัดการเรียนการสอน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ก, หน้า 55)

วิธีสอนแบบดาว 5 แฉก

เรียนรู้จากการทำกิจกรรม

เพื่อเป็นการรับประกันในการพัฒนาความสามารถ ความชำนาญที่จำเป็นต้องให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน ดังนั้นครูจึงจำเป็นต้องนำเอากิจกรรมมาให้นักเรียนทดลองและปฏิบัติจริง อย่างน้อยต้องใช้เวลา 30 % ของเวลาเรียนทั้งหมด กิจกรรมนี้แบ่งออกเป็นสองแบบคือ กิจกรรมของครูและกิจกรรมของนักเรียน ครูต้องคิดค้นกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะกับเนื้อหาบทเรียนของแต่ละวิชาเพราะว่างานของนักเรียนทั้งหมดล้วนแต่เป็นกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนี้มี 4 ประเภท ดังนี้

1. กิจกรรมเกี่ยวกับความทรงจำ หมายถึง กิจกรรมที่ให้นักเรียนทบทวนสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว
2. กิจกรรมปกติ หมายถึง กิจกรรมซึ่งมีการกำหนดวิธีการเพื่อปฏิบัติกิจกรรม เช่น แบบฝึกหัด บทสนทนา
3. กิจกรรมเกี่ยวกับความเข้าใจ หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจของนักเรียนเช่น ทำได้ แก้ปัญหาได้
4. กิจกรรมเกี่ยวกับการแสดงความคิดเห็น หมายถึง กิจกรรมที่ให้นักเรียนตัดสินใจในการประกอบความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในแต่ละกิจกรรมนั้น ในบทเรียนหนึ่งครูไม่ควรใช้หลายประเภทกิจกรรมเพราะอาจจะทำให้นักเรียนมีความสับสน

การตั้งคำถามเข้าสู่การสอน

การสอนในแต่ละบทครูจะต้องเตรียมคำถามไว้อย่างครบถ้วนมีทั้งคำถามเริ่มต้นและคำถามสำรอง ในที่นี้ให้ถือเอาคำถามเริ่มต้นเป็นหลัก ในความจริงแล้วคำถามมีหลายประเภทที่มีคุณค่าและมีจุดมุ่งหมายการใช้แตกต่างกัน เช่น คำถามระดับต่ำที่มีคำตอบแน่นอนตายตัวและเน้นความจำ คำถามระดับสูงที่มีคำตอบหลากหลาย ต้องใช้ความคิดและการให้เหตุผลในการตอบ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนครูต้องใช้คำถามทั้งสองประเภทร่วมกัน เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านเนื้อหาวิชาและกระบวนการคิด การตัดสินใจ การแก้ปัญหา จุดมุ่งหมายของการตั้งคำถามแต่ละครั้งนั้นแตกต่างกัน อาจจะใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจ เพื่อนำไปสู่การอภิปราย การทดสอบความรู้และความเข้าใจ รวมแล้วคำถามของครูต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายและแสดงให้เห็นถึงพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และความรู้ในเรื่องที่สอน

การใช้สื่อการสอน (หรือรูปภาพประกอบการสอน)

การสอนที่ใช้รูปภาพประกอบสามารถทำให้นักศึกษาจำได้มาก รวดเร็วและจำได้นานกว่าการเสนอข้อมูลและข่าวสาร ดังนั้นครูจึงควรใช้รูปภาพประกอบการสอนให้มาก รูปภาพประกอบการสอนได้แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ

1. รูปภาพที่ประกอบเหมือนของแท้ เช่น รูปวาดหรือรูปเขียน (Pictures) รูปถ่าย (Photographs) รูปการ์ตูน (Cartoons)
2. รูปภาพประกอบที่แสดงเพียงโครงร่าง หรือ แผนภาพ เช่น แผนที่ (Maps) แผนผัง (Diagrams) กราฟ (Graphs) ตาราง (Charts) การออกแบบและจัดองค์ประกอบของรูปภาพประกอบเนื้อหาในบทเรียนได้จะช่วยให้นักศึกษาสามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ข่าวสารต่าง ๆ และความหมายของข้อมูลที่ต้องการแสดงได้อย่างชัดเจน ในการสอนของครู นอกจากที่ครูได้เตรียมไว้แล้วยังต้องฝึกให้นักศึกษาสามารถสร้างภาพประกอบการเรียนในบทเรียนต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง เพื่อช่วยจัดระบบการจำและเสนอหรือสื่อสารข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสอนเป็นกลุ่ม

การจัดแบ่งจำนวนนักเรียนเป็นกลุ่มเป็นการทำให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มมีจำนวนน้อยลงจะได้มีโอกาสได้รู้จักกันดีขึ้นและร่วมกันค้นคิด อภิปรายหรือแก้ปัญหา ดังสุภาษิตที่ว่า “สองหัวดีกว่าหัวเดียว” การเรียนเป็นกลุ่มในกิจกรรมต่าง ๆ อาจจะจำแนกได้หลายประการ โดยใช้วิธีทำงานในกลุ่มเป็นหลัก ในแต่ละกลุ่มอาจจะประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 4-5 คน การที่จะจัดเป็นกลุ่มน้อยหรือกลุ่มใหญ่นั้น ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหาในบทเรียน การเรียนเป็นกลุ่มของนักศึกษามีความสำคัญมาก เพราะแต่ละคนภายในกลุ่มได้ร่วมมือกันทำงานอย่างเป็นระบบและทำให้นักศึกษาได้รู้จักการสนทนา การค้นคว้าแก้ปัญหา ที่มีความสัมพันธ์กับบทเรียนทั้งยังเป็นการฝึกให้นักศึกษารู้จักอธิบาย เสนอความคิดเห็นของตนให้คนอื่นฟัง นอกจากนั้นยังได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยกันค้นคว้ารวบรวมข้อมูลข่าวสาร รู้จักวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาาร่วมกัน แต่สิ่งสำคัญคือครูผู้สอนควรควบคุมให้เป็นไปอย่างระบบและมีแบบแผน โดยการแนะนำแนวทางเพื่อไม่ให้ออกนอกบทเรียนและใช้เวลาให้เหมาะสม

การสอนที่สัมพันธ์กับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

หน้าที่ที่สำคัญและยุ่งยากอย่างหนึ่งของโรงเรียนคือการเตรียมนักศึกษาให้สามารถดำรงชีวิตและประกอบอาชีพอยู่ในชุมชนนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและประกอบอาชีพได้อย่างปกติและมีความสุขได้นั้น เนื้อหาการสอนต้องให้สอดคล้องและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อเตรียมพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับชีวิตจริงในสภาพสังคมปัจจุบันและเผชิญหน้ากับปัญหาในอนาคต การสอนในแต่ละเรื่องต้องเน้นให้นักศึกษานำเอาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

วิธีการสอนแบบอธิบายและแสดงเหตุผล

วิธีการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้บอกให้ผู้เรียนติดตาม เมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องใดของผู้สอนก็อธิบายและแสดงเหตุผลในขณะที่ผู้สอนอธิบายนั้น ผู้สอนจะพยายามวิเคราะห์ ชี้แจงตีความหมายให้ผู้เรียนเข้าใจและผู้สอนจะสรุปด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ฟังเป็นส่วนใหญ่ กิจกรรมการสอนที่เน้นผู้สอนเป็นผู้สรุปบทเรียน ผู้เรียนจะไม่มีโอกาสในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนเท่าใดนัก นอกจากจะเป็นผู้ตอบคำถามของผู้สอนเท่านั้น ผู้สอนอาจจะมีสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมมาประกอบการอธิบายหรือการบอกของผู้สอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น

วิธีสาธิต

เป็นการสอนโดยครูจะแสดงเนื้อหาหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักศึกษาคูณักศึกษาจะได้รับประสบการณ์ตรงจากครูที่ใช้สื่ออุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรม

วิธีสอนแบบการใช้คำถาม

วิธีสอนแบบใช้คำถามเป็นวิธีสอนที่ให้ความรู้แก่นักศึกษาด้วยการถามตอบ วิธีการสอนแบบนี้ ผู้สอนอาจมีวิธีการถามคือ ใช้คำถามสอดแทรกกับวิธีการสอนแบบอื่น ๆ ซึ่งผู้สอนอาจจะใช้คำถามเป็นตอน ๆ แต่ในที่นี้จะแสดงโดยการใช้คำถามต่อเนื่องจนผู้เรียนสามารถสรุปเป็นบทเรียนได้

วิธีสอนทดลอง

เป็นวิธีที่มุ่งให้นักศึกษากะทำการสังเกต เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายนามธรรม นักศึกษาจะค้นหาข้อสรุปจากการทดลองนั้นด้วยตัวเอง วิธีสอนแบบนี้อาจจะทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา

วิธีอภิปราย

เป็นวิธีที่ครูและนักเรียนร่วมมือกันค้นหาเหตุผลมาสนับสนุนหรือคัดค้านข้อเสนออันใดอันหนึ่ง กิจกรรมเช่นนี้จะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อนักศึกษาที่ร่วมอภิปรายมีความรู้ในเรื่องที่จะอภิปรายดีพอสมควรจึงจะสามารถมีส่วนร่วมในข้อความที่อภิปรายเข้าอยู่ในประเด็นที่น่าเสนอ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างใดอย่างหนึ่ง

วิธีการสอนแบบโครงการ

เป็นวิธีที่ผู้สอนให้นักศึกษาทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งซึ่งผู้เรียนสนใจในโครงการนั้น โดยผู้สอนจะตั้งหัวข้อเรื่องหรือผู้เรียนเสนอขึ้นมาเอง ผู้เรียนจะดำเนินการอย่างอิสระซึ่งผู้สอนเพียงแค่เป็นผู้ช่วยเหลือ แนะนำเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือเท่านั้น อย่างไรก็ตามผู้สอนจะต้องติดตามผลงานว่าผู้เรียนดำเนินการไปในทางใด ผลการดำเนินงานก้าวหน้าหรือมีอุปสรรคหรือไม่ ผู้สอนจะได้คอยแนะนำช่วยเหลือ นอกจากนั้นผู้สอนยังจะต้องประเมินผลนั้นด้วย

วิธีการสอนแบบแก้ปัญห

เป็นวิธีที่ครูกระตุ้นให้นักศึกษาแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความคิดรวบยอด กฎเกณฑ์ ข้อสรุป ประสบการณ์ การสังเกตตลอดความรู้ความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ ในการพิจารณา ปัญหาอย่างมีขั้นตอน โดยครูจะต้องพยายามให้นักศึกษาเข้าใจปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อนว่าโจทย์ บอกอะไร โจทย์ต้องการอะไร เพื่อพิจารณาปัญหานั้นออกมาเป็นข้อย่อยด้วยการวิเคราะห์จาก ข้อมูลที่กำหนด หรืออาจตรวจสอบโดยย้อนจากผลไปสู่เหตุก็ได้ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสมของ เนื้อหา

วิธีปาฐกถาหรือวิธีบรรยาย

เป็นวิธีที่ครูบอกเล่าข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ให้แก่นักศึกษาโดยตรง วิธีนี้เหมาะ สำหรับนักศึกษาที่เรียนในระดับสูงซึ่งได้สร้างรากฐานทางคณิตศาสตร์มาดีแล้ว สำหรับนักศึกษา ระดับไม่สูงนักควรใช้วิธีบรรยายให้น้อยที่สุด

วิธีการสอนแบบค้นพบ

เป็นการแนะนำให้เด็กพบหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองโดยช่วยให้เด็กพยายามใช้ ความคิดที่มีอยู่แล้วไปในทางการคิดเพื่อให้เกิดเป็นความรู้ใหม่ การสอนตามวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ตั้ง คำถามซักถามเด็กในด้านต่าง ๆ เพื่อนำเด็กไปสู่การแก้ปัญหาและค้นพบสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ ด้วยตนเอง การสอนวิธีการค้นพบเป็นการสอนที่เน้น ไปที่ตัวนักศึกษาวิธีนี้ต้องพิจารณาถึง การตอบสนองของนักศึกษา การใช้คำถามของครูต้องเป็นไปในทางช่วยให้นักศึกษาอยากตอบ โดยบทบาทของครูเป็นผู้แนะนำนักศึกษาให้เชื่อมโยงความคิดใหม่ ๆ ให้เข้ากับสิ่งที่เขาสะสมไว้ แล้วจากประสบการณ์

วิธีการสอนแบบวิเคราะห์-สังเคราะห์

วิเคราะห์	สังเคราะห์
เป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนพยายามใช้แยกปัญหา ออกมาจากสิ่งที่รู้ ผู้วิเคราะห์นั้นจะต้องพยายาม คิดเสมอว่าเหตุผลที่ต้องหาหาคำตอบที่และนั้น คืออะไร แล้วพิจารณาว่าถ้าจะค้นหาคำตอบที่ และนั้นคืออะไรแล้วพิจารณาว่าถ้าจะค้นหา คำตอบนี้แล้วจะให้เหตุผลอย่างไรแล้วก็คิด ต่อๆ ไปจนค้นพบเหตุผลหรือสิ่งที่โจทย์ ต้องการอีกซึ่งจะเป็นเหตุให้เกิดการสรุปได้	เป็นวิธีการสอนแบบตรงกันข้ามกับกับวิธีการ สอนแบบวิเคราะห์ คือผู้สอนจะเน้นข้อสรุปย่อย ที่จำเป็นต่างๆ มารวมกันจนกระทั่งได้ข้อสรุปที่ ต้องการอีกแบบหนึ่ง วิธีการสอนแบบสังเคราะห์ จะเริ่มต้นจากสิ่งที่รู้แล้ว เพื่อนำมาช่วยในการใช้ ทฤษฎี สิ่งที่เห็นจริงแล้วมาช่วยในการพิสูจน์

วิธีการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย

อุปนัย	นิรนัย
เป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนจะยกตัวอย่างหลายตัวอย่างเพื่อให้เห็นรูปแบบ เพื่อให้ผู้เรียนใช้การสังเกตเปรียบเทียบดูสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันก็สามารถนำไปสู่ข้อสรุปได้และมักจะตามด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย ลำดับขั้นตอนของวิธีการสอนแบบอุปนัยเป็น ดังนี้ <pre> graph TD A[รวบรวมข้อมูล] --> B[สำรวจข้อมูล] B --> C[ค้นหารูปแบบ] C --> D[สรุปรูปแบบทั่วไป] </pre>	วิธีการสอนนิรนัยเป็นวิธีการสอนที่ตรงกันข้ามกับวิธีการสอนแบบอุปนัย เริ่มต้นจากการนำเอารูปแบบทั่วไปหรือสูตรที่รู้แล้วนำมาใช้เพื่อจะแก้ปัญหาเรื่องใหม่และเกิดข้อสรุปอื่นใหม่ ลำดับขั้นตอนของวิธีการสอนแบบนี้เป็นดังนี้ <pre> graph TD E[กำหนดแบบทั่วไป] --> F[ตรวจสอบแบบทั่วไป] F --> G[นำแบบทั่วไปมาใช้] </pre>

การสอนแบบปกติ

กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 55 - 78) กล่าวว่าไว้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติเป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อเน้นนักศึกษาเป็นสำคัญ ครูจะลดบทบาทเพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกกิจกรรมต่าง ๆ และมีความมั่นใจในการเรียนการสอนมากขึ้นมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นความสนใจในบทเรียนใหม่อาจจะทำได้โดยการทบทวนบทเรียนที่เรียนมา สนทนาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนใหม่นี้หรืออาจจะตรวจตราก่อนจะเรียน วิธีการกระตุ้นความสนใจในขั้นตอนนี้ ควรคำนึงถึงเวลาว่าไม่ควรใช้เวลามากเกินไปซึ่งอาจจะใช้ประมาณ 5 - 10 นาที ต่อการเรียนแต่ละครั้ง

ชั้นสอนบทใหม่ ควรให้กิจกรรมเหมือนกันตามลำดับก่อนหลังและดูว่ากิจกรรมไหนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้และความเข้าใจ สิ่งเหล่านี้เป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่ต้องพิจารณา

ขั้นสรุป เป็นการสรุปเนื้อหาของบทเรียนนั้น การสรุปอาจจะทำได้หลายวิธี เช่น การถาม การตอบ การใช้สื่อการสอนและการสรุปนั้นอาจจะทำได้ในตอนท้ายบทเรียนหรือเมื่อสิ้นสุดกิจกรรม

ขั้นวัดผล ประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ทำให้ครูทราบว่านักศึกษาได้เรียนไปมากน้อยเพียงใดโดยการทดสอบและการทำแบบฝึกหัดเพื่อดูว่านักศึกษามอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

ดักเตือน ขั้นตอนนี้ครูจะมอบงานหรือศึกษาแนวคิดนักศึกษาโดยให้นักศึกษามีความรับผิดชอบในงานของตน

การสอนแบบ 4 MAT

ความหมายของ 4 MAT มีผู้ให้ความหมาย (พัชรภรณ์ พิมละมาศ, 2544, หน้า 11) ดังนี้ แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990, p. 1) ได้กล่าวว่า 4 MAT คือ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมลักษณะของผู้เรียนทั้ง 4 แบบเข้าด้วยกัน โดยนำวิธีการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาเข้าร่วมด้วย

มิลเลอร์ (Miller, 1999, p. 1 อ้างถึงใน พัทธภรณ์ พิมละมาศ, 2544, หน้า 11) ได้กล่าวว่า 4 MAT เป็นการผสมหลักพื้นฐานของหลายทฤษฎีในการพัฒนาบุคคลกับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการทำงานของสมองและการเรียนรู้ในปัจจุบัน

แมคเคน (McCann, 2001, p. 1 อ้างถึงใน พัทธภรณ์ พิมละมาศ, 2544, หน้า 15) ได้กล่าวว่า 4 MAT ใช้เพื่อสร้างแผนการสอนโดยรวบรวมความแตกต่างของรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ปัญหาและกระบวนการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

นาวิกาทอร์ (NaviGator, 2001, p. 1 อ้างถึงใน พัทธภรณ์ พิมละมาศ, 2544, หน้า 16) อธิบายการเรียนรู้ในลักษณะของบุคคลที่จะมีการรับรู้และจัดกระบวนการกับข้อมูลซึ่งแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 ลักษณะตามทฤษฎีการเรียนรู้

MAT แปลว่า เสือ การสาน หรือผสมผสาน ในที่นี้หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผสมผสานกันเพื่อเอื้อแก่ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ (ไพฑูริ ลิทธิสุนทร, 2543, หน้า 20) นอกจากนี้มีนักการศึกษาของไทยได้กล่าวถึงความหมายของ 4 MAT ไว้ดังนี้

ตรูเนตร อักษรสวัสดิ์ (2542, หน้า 1) ได้กล่าวว่า 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ลักษณะซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็กมีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางสมองและระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี (2542, หน้า 13) ได้เรียกรูปแบบการสอนแบบ 4 MAT ว่าวัฏจักรการเรียนรู้โดยใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้พื้นที่วงกลมถูกแบ่งออกโดยเส้นแห่งการเรียนรู้และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลการรับรู้แบ่งเป็น 4 ส่วนโดยให้แต่ละส่วนใช้แทนกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ลักษณะ

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2543, หน้า 62) ได้กล่าวว่า 4 MAT เป็นการสอนที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็ก ๆ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางสมองและระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ไพฑูริ ลิทธิสุนทร (2543, หน้า 20) กล่าวว่า 4 MAT เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง

ธีร พานิช (2544, หน้า 123) ให้คำจำกัดความว่า 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะเป็นวงกลมโดยมีกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวาสลับกันและเป็นกิจกรรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนทั้ง 4 แบบในขณะเดียวกันอีกด้วย

สมอง เป็นอวัยวะสำคัญ การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ ได้รับความรู้คือการเห็น การได้ยิน การสัมผัส การรับรสและกลิ่น (พัชรวิทย์ เกตุแก่นจันทร์, 2544, หน้า 5) สมองจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 0 - 10 ปี และจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งอายุ 17 ปี (บุญชู อังสวัสดิ์, 2539, หน้า 57) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาเสริมสร้างเพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้ได้อย่างมีความสุขและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ความสัมพันธ์ระหว่างสมองซีกซ้ายและซีกขวา สมองซีกซ้ายรับผิดชอบเรื่องเกี่ยวกับภาษาความคิดเชิงเหตุผล ตรรกศาสตร์และการวิเคราะห์ สมองซีกขวารับผิดชอบในเรื่องระยะทาง ความรู้สึกรับรู้เหนือประสาทสัมผัสทั้ง 5 การสังเคราะห์ อารมณ์ สุนทรียภาพต่าง ๆ คนตรัสติลปะ การทำกิจกรรมใด ๆ ต้องใช้สมองทั้งสองซีกประสานกันอย่างเป็นขั้นตอน การทำงานของสมองทั้งสองซีกทำให้คนเราแตกต่างกันมากมายทั้ง บุคลิก ความคิด นิสัย ความถนัด ทำให้เด็กมีสไตล์การเรียนรู้ไม่เหมือนกัน คนที่มีความถนัดทางสมองซีกซ้ายมักมองอะไรเป็นระบบมีกระบวนการแก้ปัญหาด้วยการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบใช้การวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญ คนที่มีความถนัดทางสมองซีกขวามองสิ่งต่าง ๆ เป็นรูปแบบเวลาแก้ไขปัญหา มักจะมองตามภาพรวมความคิดจะไม่มีกำหนดแน่นอนแต่การสรุปแนวทางแก้ไขปัญหา มักจะเหมาะสม ซึ่งในส่วนพวกมีความถนัดทางสมองซีกซ้ายมักจะขาด (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2537, หน้า 83 - 87)

การทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

1. สมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่เกี่ยวกับความคิดทางด้านตรรกศาสตร์ลำดับขั้นตอนของสถานการณ์ความสมเหตุสมผล สมองซีกนี้จะทำให้คนคิดเป็นระบบระเบียบมากที่สุดตั้งอยู่บนหลักความเป็นจริงและมีความสามารถในการแปลความหมายของภาษาสัญลักษณ์และรูปแบบของนามธรรมต่าง ๆ การทำงานของสมองซีกนี้จะทำให้คนทำงานเป็นระบบระเบียบการพิจารณารายละเอียดในรูปความจริงและสัญลักษณ์ตามความถนัดของสมองซีกซ้าย

2. สมองซีกขวากจะทำหน้าที่เกี่ยวกับรูปแบบของการคลุมเครือไม่เป็นระบบระเบียบ การคาดการณ์โดยสัญชาตญาณและการพิจารณาเหตุผล สรุปจากหลักรวมทั้งหมดรูปแบบการแสดงออกมักจะอยู่ในรูปภาษากายเช่น ความรู้สึก ศิลปะ อารมณ์ ความรู้สึกตัว ความอึดอัดใจการจดจำในรูปร่างและรูปแบบของสิ่งต่าง ๆ รักคนตรี ศิลปะ สีสันและการรับรู้จากระบบของการมองเห็นตามความถนัดของสมองซีกขวา (พัชรวิทย์ เกตุแก่นจันทร์, 2544, หน้า 16)

ตารางที่ 2 ความถนัดของสมองซีกซ้าย – ซีกขวา (พัชรวิทย์ เกตุแก่นจันทร์, 2544, หน้า 20)

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
กระบวนการทางสมอง	
เหตุผล	อารมณ์
การกระชาระแนวนอน	มิติสัมพันธ์
ให้คำตอบถูกที่สุดคำตอบเดียว	ความคิดสร้างสรรค์
แนวคิดของโลกตะวันตก	แนวคิดแบบตะวันตก
การรับรู้	
รับรู้บางส่วน	รับรู้ภาพรวม
การวิเคราะห์ภาษา	ทันทีทันใด
มีลำดับก่อน – หลัง	ความรู้สึกสัมผัส
ด้านวิชาการ	
มีแบบแผนแน่นอน	อิสระ
การบรรยายการอ่าน	สัญชาตญาณและอภิปราย
เหตุผลเชิงอรรถ	ศิลปะ สุนทรียะ
วิทยาศาสตร์การคำนวณ	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ด้านสังคม	
จำชื่อคน / สิ่งของได้ดี	ประสบการณ์
วางแผนล่วงหน้า	ทันทีทันใด / ปัจจุบัน
คำสั่งที่เป็นข้อความ	คิดเป็นรูปภาพ
มีการใช้ภาษาร่วมกัน	การมองและมิติสัมพันธ์
ด้านอารมณ์และจิตใจ	
ภาษา	ด้านสายตา
ความเข้าใจความหมายของบทเพลง	ดนตรี / เพลงบรรเลง
มีเหตุผล / คิดเป็นคำพูด / สถิติปัญหา	ความคิดเหนือธรรมชาติ

ประวัติความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบ 4 MAT System (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2543, หน้า 20 - 23)

แมคคาร์ธี (McCarthy) เป็นนักศึกษาชาวอเมริกา ได้นำแนวรูปแบบการเรียนรู้ของ เดวิด คอลบ์ นักปราชญ์ทางการศึกษาชาวอเมริกัน มาเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ ในปี ค.ศ. 1980 แมคคาร์ธี จึงได้นำแนวคิดดังกล่าวของ คอลบ์ มาประยุกต์และพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ (4 Types of Students) ที่เรียกว่า 4 MAT หรือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวาแนวคิดของคอลบ์นี้ ได้รากฐานทฤษฎีมาจาก จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เกร์ท เลวิน และ จีน เพียเจต์ (Jean Piaget)

คอลบ์ พิจารณาว่าคนบางคนมีกระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (Active Experimentation) ขณะที่บางคนอาจเรียนรู้โดยการสังเกตจากแหล่งต่าง ๆ แล้วสะท้อนกลับเป็นการเรียนรู้ (Reflective Observation) ซึ่งคนทั้งสองประเภทดังกล่าวเป็นผู้ที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนประเภทใดประเภทหนึ่งมากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนอีกแบบหนึ่งขาดโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ

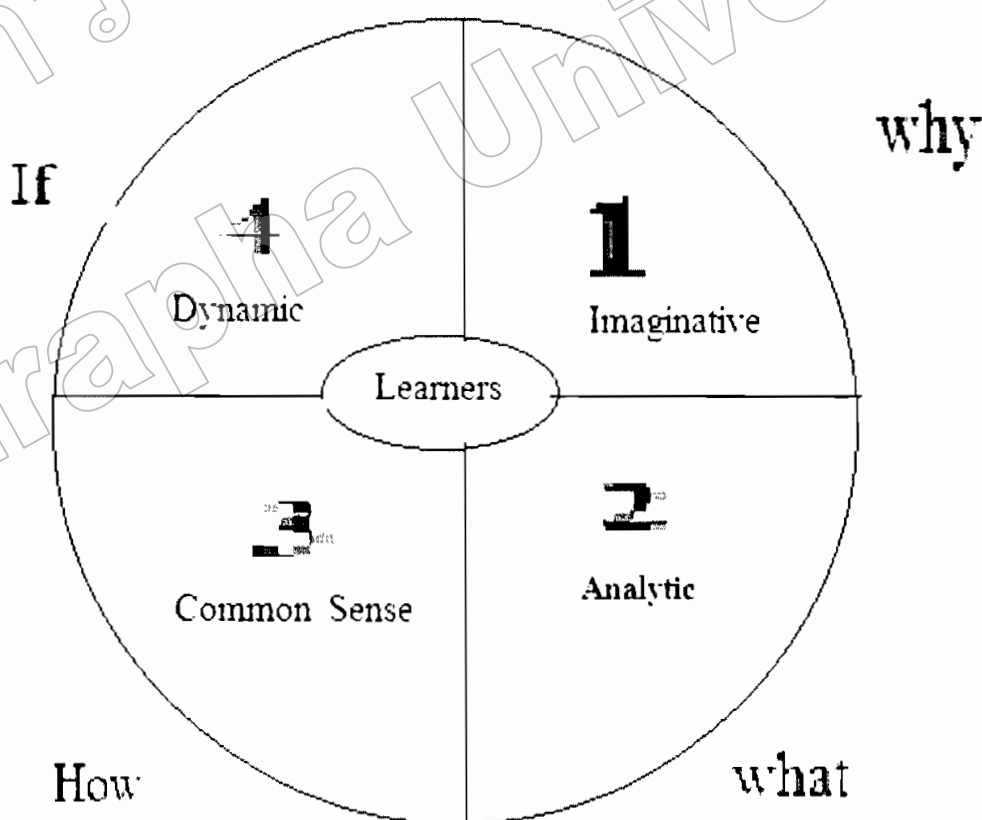
ผู้เรียนแบบที่ 1 (Active Experimentation) จะเรียนรู้ได้ดีและเข้าใจได้อย่างแจ่มแจ้งก็ต่อเมื่อเขาได้ลงมือกระทำ มือไม้แขนขาได้สัมผัสและเรียนรู้ควบคู่ไปกับสมองทั้งสองด้าน ดังนั้นการเรียกว่าเป็นการเรียนรู้ทั้งเนื้อทั้งตัวที่ต้องผ่านประสาทสัมผัสอื่น ๆ ประกอบกัน

ผู้เรียนแบบที่ 2 (Reflective Observation) จะเรียนรู้โดยการผ่านจิตสำนึกจากการเฝ้ามอง
แล้วค่อย ๆ ตอบสนอง

ผู้เรียนแบบที่ 3 (Abstract Conceptualization) จะเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ยังรู้มมองเห็น
สิ่งต่าง ๆ เป็นรูปธรรมแล้ววิเคราะห์ สังเคราะห์จากการรับรู้ที่ได้มาเป็นองค์ความรู้

ผู้เรียนแบบที่ 4 (Concrete Experience) จะเรียนรู้ได้ดีต่อเมื่อผ่านการวิเคราะห์
การประเมินสิ่งต่าง ๆ โดยการเอาตัวเองเข้าไปพิสูจน์หรือโดยการใช้หลักเกณฑ์แห่งเหตุผล

โดยทั้ง 4 กลุ่มต่างมีจุดดีจุดเด่นคนละแบบซึ่งเป็น โครงสร้างกลไกทางการเรียนรู้ของ
นักเรียนที่มีอยู่จริงในทุกโรงเรียนทั่วโลก ดังนั้นหน้าที่ของผู้เป็นครูย่อมต้องพยายามหาหนทางที่จะ
ทำให้เกิดสภาวะสมดุลทางการเรียนรู้ให้ได้ การสรรค์สร้างโอกาสให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันทั้ง
โครงสร้างทางสติปัญญา กลไกทางการเรียนรู้หรือการทำงานของสมองแตกต่างกันทำให้มีโอกาส
แสดงออกซึ่งความสามารถของตนออกมา พร้อมทั้งรู้จักและสามารถนำวิธีการของเพื่อนคนอื่นมา
ปรับปรุงลักษณะการเรียนรู้ของตน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้ดีขึ้น



ภาพที่ 1 วัฏจักรของการเรียนรู้ (4 MAT) ผสานกันเพื่อเอื้อแก่ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ
แหล่งที่มา: (เชิร พานิช, 2544, หน้า 23)

ลักษณะของผู้เรียน

แมกคาร์ธี (McCarthy, 1990, pp. 24 - 25) ได้ขยายแนวคิดของคอลัมน์ให้กว้างขึ้น โดยเสนอว่าผู้เรียนอยู่ 4 แบบหลัก ๆ ดังนี้

ผู้เรียนแบบที่ 1 (Type One Learner) ผู้เรียนถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative Learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสและความรู้สึกและสามารถประมวลกระบวนการการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นในภาวะที่ตนเองได้มีโอกาสเฝ้ามองหรือการได้รับการสะท้อนกลับทางความคิดจากที่ต่างๆ สมองซึกขาวของพวกนี้ทำหน้าที่เสาะหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ จากประสบการณ์สมองซึกขาวค้นเหตุผลและความเข้าใจจากการวิเคราะห์เป็นพวกที่ชอบถามคำถามที่คิดจะพูดขึ้นมาเสมอ ๆ คือ “ทำไม” หรือ Why? ผู้เรียนที่อยู่ในรูปแบบนี้ต้องเข้าใจก่อนว่าทำไมพวกเขาต้องเรียนสิ่งเหล่านี้แล้วจะเกี่ยวข้องกับตัวเขาหรือสิ่งที่เขาสนใจอย่างไร โดยเฉพาะเรื่องค่านิยม ความเชื่อ ความคิด คตินิยม ความรู้สึกชอบขบคิดปัญหาต่าง ๆ ค้นหาเหตุผล และสร้างความหมายเฉพาะของตนเอง

ผู้เรียนเช่นนี้จะต้องหาเหตุผลที่จะต้องเรียนรู้ก่อนสิ่งอื่นๆ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีหากมีการถกเถียงอภิปราย ได้เวที กิจกรรมกลุ่มการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยครูต้องให้เหตุผลก่อนเรียนหรือระหว่างการเรียน

ผู้เรียนแบบที่ 2 (Type Two Learner) ผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรมและนำสิ่งที่รับรู้มาประมวลกลไกหรือกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะของการมองสังเกต สมองซึกขาวเสาะหาประสบการณ์ที่จะสามารถผสมผสานการเรียนรู้ใหม่ๆ และต้องการความกระฉับในเรื่องคำตอบขององค์ความรู้ที่ได้มา ในขณะที่สมองซึกซึกขาวมุ่งวิเคราะห์จากความรู้ใหม่เป็นพวกที่ชอบถามหาข้อเท็จจริง คำถามที่สำคัญที่สุดของเด็กกลุ่มนี้คือ “อะไร” หรือ what? ผู้เรียนแบบนี้ชอบการเรียนรู้แบบดั้งเดิมต้องการศึกษาหาความรู้ความเป็นจริง ต้องการข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องแม่นยำโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อมูล ข่าวสาร มีความสามารถสูงในการนำความรู้ไปพัฒนาเป็นความคิดรวบยอด (Concept) ทฤษฎีหรือจัดระบบหมวดหมู่ของความคิดได้อย่างดี เด็กกลุ่มนี้เรียนรู้โดยมุ่งเน้นรายละเอียดข้อเท็จจริงความถูกต้องแม่นยำจะยอมรับนับถือเฉพาะผู้เชี่ยวชาญ ผู้รู้จริง หรือผู้อำนาจสั่งการเท่านั้น เด็กกลุ่มนี้จะเรียนอะไรต่อเมื่อรู้ว่าต้องเรียนอะไร และอะไรที่เรียน สามารถเรียนรู้ได้ดีจากรูปธรรมไปสู่ความคิดเชิงนามธรรม การจัดการเรียนการสอนให้เด็กกลุ่มนี้จึงควรใช้วิธีบรรยายและการทดลองการวิจัยหรือการทำรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นต้น

ผู้เรียนแบบที่ 3 (Type Three Learner) ผู้เรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึก (Commonsense Learner) รับรู้โดยผ่านจากกระบวนการคิดและสิ่งที่ป็นนามธรรมแต่การประมวลความรู้นั้นผู้เรียนประเภทนี้จะต้องการการทดลองหรือกระทำจริง สมองซึกขาวองหากลยุทธ์ในการปรับเปลี่ยน รูปแบบ

ขององค์ความรู้เพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ ในขณะที่สมองซีกซ้ายมองหาสิ่งที่จะเป็นข้อมูลเพิ่มเติม คำถามยอดนิยมของกลุ่มนี้คือ “อย่างไร” หรือ How? ผู้เรียนแบบนี้สนใจกระบวนการปฏิบัติจริงและทดสอบทฤษฎีโดยการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยการวางแผนจากข้อมูลข่าวสารความรู้ที่เป็นนามธรรมมาสร้างเป็นรูปธรรมเพื่อประโยชน์ในชีวิตประจำวัน “ใครเขาทำอะไรไว้บ้างแล้วหนอ” เด็กกลุ่มนี้ต้องการที่จะทดลองทำบางสิ่งบางอย่างและต้องการที่จะฝึกปฏิบัติและต้องการเป็นผู้ปฏิบัติ (ถ้าครูขึ้นบรรยาย พวกนี้จะหลับเป็นพวกแรก) พวกเขาเฝ้าหาที่จะทำสิ่งที่มองเห็นแล้วว่าเป็นประโยชน์และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้นั้นสามารถใช้ได้ในโลกอย่างความจริงหรือไม่ พวกเขาสนใจที่จะนำความรู้มาสู่การปฏิบัติจริงและอยากรู้ว่าถ้าจะทำสิ่งนั้นสิ่งที่ทำได้อย่างไร รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีที่สุด คือ การทดลองให้ลงมือปฏิบัติจริง

ผู้เรียนแบบที่ 4 (Type Four Learner) ผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Dynamic Learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านสิ่งที่ป็นรูปธรรมและผ่านการกระทำ สมองซีกขวาทำงานในการถกทอดความคิดให้ขยายกว้างขวางยิ่งขึ้นในขณะที่สมองซีกซ้ายเสาะหาการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนและโดดเด่นเป็นพวกที่ชอบตั้งเงื่อนไข คำถามที่ผุดขึ้นในหัวใจของเด็กกลุ่มนี้บ่อย ๆ คือ “ถ้าอย่างนั้น” “ถ้า.....” หรือ If? ผู้เรียนแบบนี้ชอบเรียนรู้โดยการได้สัมผัสกับของจริงลงมือทำในสิ่งที่ตนเองสนใจ และค้นพบความรู้ด้วยตนเองชอบรับฟังความคิดเห็นหรือคำแนะนำแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลเป็นความรู้ใหม่ เด็กกลุ่มนี้มีความสามารถที่จะมองเห็น โครงสร้างของความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ แล้วกลั่นกรองออกมาเป็นรูปแบบความคิดที่แปลกใหม่เพื่อตนเองหรือผู้อื่น เด็กกลุ่มนี้จะมองเห็นอะไรที่ซับซ้อนและลึกซึ้ง มีความซับซ้อนก็จะเรียนได้ดีที่สุด โดยใช้วิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง (Self Discovery Method)

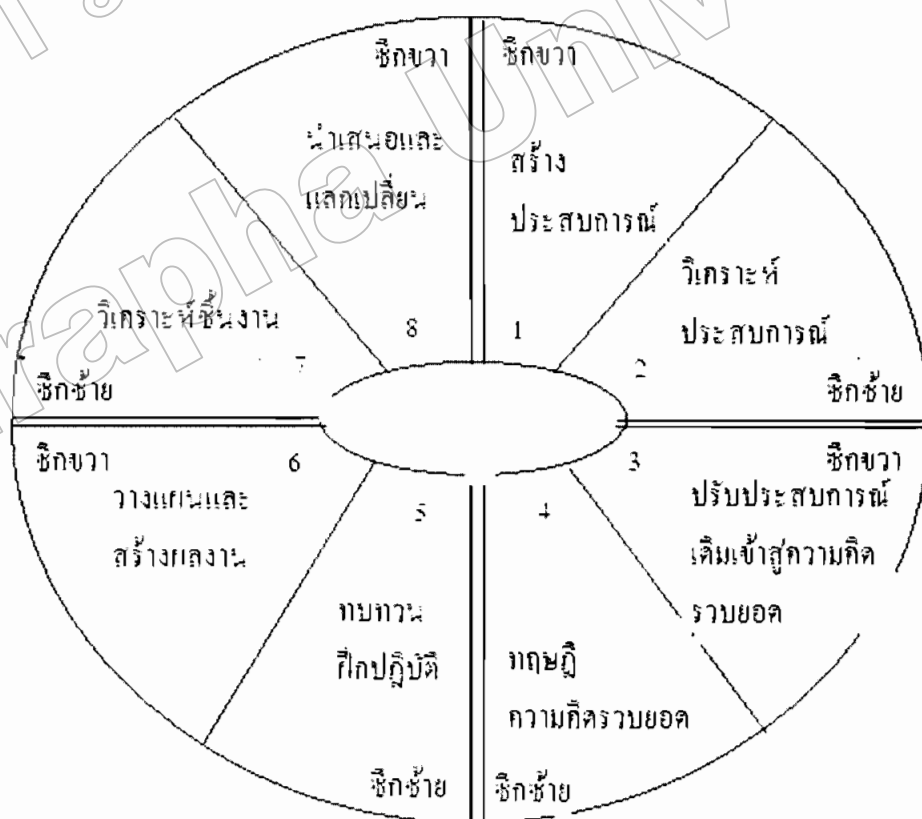
ผู้คิดทฤษฎีนี้เชื่อว่าเราจำเป็นต้องสอนเด็กโดยใช้วิธีการสอนทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วทั้ง 4 อย่างเท่า ๆ กัน เพราะทักษะทางธรรมชาติของผู้เรียนทั้ง 4 อย่าง เป็นสิ่งที่เราต้องการในชั้นเรียนหนึ่ง ๆ นั้น มักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบอยู่ร่วมกัน ดังนั้นครูจำเป็นต้องใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมทั้ง 4 แบบ อย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ตนถนัด จากการหมุนเวียนรูปแบบการสอนทั้ง 4 อย่างนี้ทำให้นักศึกษามีโอกาสได้พัฒนาความสามารถด้านอื่นที่ตนไม่ถนัดด้วยวิธีการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งยังมีโอกาสที่จะได้แสดงความสามารถอย่างน้อยร้อยละ 25 ของเวลาที่ท้าทายพวกเขา ส่วนเวลาที่เหลืออาจไม่เป็นที่ต้องใจเท่าไร

ลำดับขั้นของการสอน

เริ่มจากส่วนบนสุดของวงจรซึ่งก็คือประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Experience) และหมุนตามเข็มนาฬิกาไปรอบ ๆ ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเป็นจุดเริ่มต้นเนื่องจากความสามารถทางการสอนควรเริ่มจากประสบการณ์ของนักเรียนแล้วครูก็พัฒนาทักษะพื้นฐานของ

นักศึกษาให้เป็นรูปแบบของพัฒนาความคิดรวบยอดแบบนามธรรมนักเรียนจะต้องถูกถามว่าอะไรที่พวกเขาที่ต้องเรียนต้องรู้และจัดกระบวนการที่ใหม่และเข้มข้นกว่า และปฏิบัติได้อย่างก้าวหน้า ความธรรมชาติเด็กได้ใช้สามัญสำนึกและความรู้สึก โดยเด็กได้ประสบการณ์และได้เฝ้าดูแล้วตอบสนองกลับ จากนั้นเด็กก็นำไปพัฒนาความคิด พัฒนาทฤษฎี แล้วนำมาเป็นความคิดรวบยอด และทดลองทฤษฎีของเขาและเขาก็จะได้รับประสบการณ์ ทำสุดเราได้นำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกันทำให้เราฉลาดขึ้น โดยการใช้ประสบการณ์เก่าประยุกต์กับประสบการณ์ใหม่

ในการจัดแผนการสอนแบบ 4 MAT นั้นครูต้องเข้าใจการทำงานและความถนัดของสมองส่วนบนที่แบ่งเป็นซีกซ้ายและซีกขวาของมนุษย์ กล่าวคือสมองซีกซ้ายจะถนัดในเรื่อง รายละเอียดภาษา ความจำ การจัดลำดับ วิเคราะห์และเหตุผล ส่วนสมองซีกขวาถนัดในเรื่องการมอง ภาพรวมการเรียนการสอนจะต้องดำเนินสลับกันไปเพื่อให้สมองทั้งสองซีกได้ทำงานอย่างสมดุลในชั้นเรียนหนึ่ง ๆ นั้นมักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบอยู่ร่วมกัน ดังนั้นครูจำเป็นต้องใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนทั้ง 4 แบบอย่างเสมอภาคกัน



ภาพที่ 2 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ (MAT)

การจัดกิจกรรมการสอน

แมคคาร์ธี (McCarthy, n.d. อ้างถึงใน อุทัย โพธิ์สุข, 2543, หน้า 21 - 22) เสนอแนวทางการพัฒนางจรการสอนให้เอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบโดยกำหนดวิธีการใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา กล่าวคือกิจกรรมการเรียนรู้จะหมุนวนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why-What-How-If) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ดังนั้นขั้นตอนการเรียนรู้จะมีทั้งสิ้น 8 ขั้นตอนดังนี้

ช่วงที่ 1 แบบ Why?/ สร้างประสบการณ์เฉพาะของผู้เรียน

ขั้นที่ 1 (กระตุ้นสมองซีกขวา) สร้างประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวาโดยครูสร้างประสบการณ์จำลองให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เก่าของผู้เรียนสร้างเป็นความหมายเฉพาะของตนเอง

ขั้นที่ 2 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) วิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์ การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายโดยครูให้นักเรียนคิดไตร่ตรองวิเคราะห์ประสบการณ์จำลองจากกิจกรรมขั้นที่ 1

ในช่วงที่ 1 ครูต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความรู้และกระตือรือร้นในการหาประสบการณ์ใหม่อย่างมีเหตุผลและแสวงหาความหมายด้วยตนเองฉะนั้นครูต้องใช้ความพยายามสรรหากิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าว

ช่วงที่ 2 แบบ What? / พัฒนาความคิดรวบยอดของผู้เรียน

ขั้นที่ 3 (กระตุ้นสมองซีกขวา) สะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิดการเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวาโดยครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รวบรวมประสบการณ์และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิดหรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจน เช่นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจลึกซึ้งถึงแนวคิดของการใช้อักษรตัวใหญ่ในภาษาอังกฤษครูต้องหาวิธีอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างแจ่มชัดว่าอักษรตัวใหญ่ที่ใช้นำหน้าคำนามในภาษาอังกฤษเพื่อนั้นถึงความสำคัญของคำนั้น ๆ อาจยกตัวอย่างเช่น ชื่อเมืองหรือชื่อประเทศ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) พัฒนาทฤษฎีและแนวคิด การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และไตร่ตรองแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 3 และถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ได้ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแนวคิดนั้น ๆ ต่อไปพยายามสร้างกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ในช่วงที่ 2 ครูต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดเพื่อให้ผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง สามารถปรับประสบการณ์และความรู้ สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรม

โดยฝึกให้ผู้เรียนคิดพิจารณาไตร่ตรองความรู้ที่เกี่ยวข้อง ในช่วงนี้เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ความรู้โดยการคิดและฝึกทักษะในการค้นคว้าหาความรู้

ช่วงที่ 3 แบบ How? / การปฏิบัติและการพัฒนาแนวคิดออกมาเป็นการทำ

ขั้นที่ 5 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ดำเนินตามแนวคิดและลงมือปฏิบัติหรือทดลอง การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้ายเช่นเดียวกับขั้นที่ 4 นักเรียนเรียนรู้จากการใช้สามัญสำนึก ซึ่งได้จากแนวคิดพื้นฐาน จากนั้นนำมาสร้างเป็นประสบการณ์ตรง เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้และได้ฝึกทักษะที่เรียนรู้อยู่ในช่วงที่ 2

ขั้นที่ 6 (กระตุ้นสมองซีกขวา) ต่อเติมเสริมแต่งและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวานักศึกษารู้ด้วยวิธีการลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ในช่วงที่ 3 ครูมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้

ช่วงที่ 4 แบบ If? / เชื่อมโยงการเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดเป็น ความรู้ที่ ملمลึก

ขั้นที่ 7 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) วิเคราะห์แนวทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายนักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีประยุต์ใช้สร้างสรรค์โดยนักศึกษาเป็นผู้วิเคราะห์และเลือกทำกิจกรรมอย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 8 (กระตุ้นสมองซีกขวา) ลงมือปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวานักศึกษาคิดค้นความรู้ด้วยตนเองอย่างซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้เกิดเป็นความคิดที่สร้างสรรค์ จากนั้นนำมาเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ในช่วงที่ 4 ครูมีบทบาทเป็นผู้ประเมินผลงานของนักศึกษาและการกระตุ้นให้นักศึกษาคิดสร้างสรรค์ผลงานใหม่ๆ

ลักษณะเด่นของการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT

กระทรวงศึกษาธิการ (2542, หน้า 28 - 29) กล่าวว่าผู้เรียนจะสามารถ สร้างความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่เรียน จะเกิดความรู้ ความเข้าใจ และนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ได้และสามารถสร้างผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเองรวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ อีกจำนวนมาก ดังนั้นลักษณะเด่นของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT จะช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ตามกรอบความแตกต่างระหว่าง บุคคลได้แก่

1. การนำเสนอประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับผู้เรียน
 - 1.1 การเสริมสร้างประสบการณ์ (สมองซีกขวา)
 - 1.2 การวิเคราะห์ประสบการณ์ที่ได้รับ (สมองซีกซ้าย)
2. การเสนอเนื้อหา ข้อมูลแก่นักเรียน (Presentation)
 - 2.1 การบูรณาการประสบการณ์สร้างความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)
 - 2.2 การพัฒนาเป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)
3. การฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอด (Practice)
 - 3.1 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน (สมองซีกซ้าย)
 - 3.2 การนำเสนอผลการปฏิบัติ (สมองซีกขวา)
4. การนำความคิดรวบยอดไปสู่การไปสู่การประยุกต์ใช้ (Application)
 - 4.1 การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้พัฒนางาน (สมองซีกซ้าย)
 - 4.2 การนำเสนอผลงานการเผยแพร่ (สมองซีกขวา)

ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990, p. 9 อ้างถึงใน ตรูเนตร อักษรสวัสดิ์, 2542, หน้า 29) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT จะเกิดประโยชน์ดังนี้

1. สามารถปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักศึกษา และนักศึกษากับนักศึกษา
2. สามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยากให้เป็นง่ายได้
3. ช่วยให้นักศึกษามั่นใจในตนเองว่า
 - 3.1 สิ่งที่เป็นไปไม่ได้ย่อมเป็นไปได้
 - 3.2 สามารถเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ ในโลกของเราได้
4. ทำให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน เพราะครูต้องสอนให้นักศึกษารู้จักยกย่องคุณงามความดีและช่วยผสมผสานสิ่งทั้งปวงที่อยู่ในปัจจุบัน อดีต และอนาคตให้เข้ากันได้ดี

ข้อควรคำนึงในการจัดกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้แบบ 4 MAT

ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ 4 MAT เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนจะได้พัฒนาศักยภาพทางสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันอย่างสมดุล ซึ่งผู้เรียนแต่ละแบบจะได้เรียนในสิ่งที่ตนเองถนัด และต้องใช้ความพยายามในการเรียนรู้สิ่งที่ตนไม่ถนัดผู้เรียนแต่ละคนจะมีโอกาสแสดงออกถึงจุดแข็งของตนในกิจกรรมที่ชอบและในขณะเดียวกันก็จะได้พัฒนาจุดอ่อนของตนเองไปด้วยการเรียนการสอนแบบ 4 MAT จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้นั้นต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (เชิธร พานิช, 2544, หน้า 89 - 90)

1. ครูผู้สอนควรเตรียมการเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

- 1.1 ครูผู้สอนควรเตรียมการสอน เตรียมเนื้อหาสื่อการสอนเอกสารต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 1.2 ครูผู้สอนควรจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่ปลูกเร้าหัวใจและเสริมแรงให้กับผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 1.3 ครูผู้สอนควรดูแล อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนอย่างทั่วถึงในขณะดำเนินการจัดกิจกรรมต่าง ๆ
- 1.4 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้แสดงออกและคิดอย่างสร้างสรรค์
- 1.5 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติและฝึกปรับปรุงตนเอง
- 1.6 ครูผู้สอนควรส่งเสริมกิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากกลุ่ม
- 1.7 ครูผู้สอนควรใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตจริง
- 1.8 ครูผู้สอนควรใช้สื่อการสอนที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียน ได้ฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง
- 1.9 ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียนดังต่อไปนี้
 - 2.1 ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงที่สัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
 - 2.2 ผู้เรียนได้เรียนรู้และได้ฝึกปฏิบัติจนสามารถสร้างความรู้ได้
 - 2.3 ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการตลอดจนได้แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล
 - 2.4 ผู้เรียนได้ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลและสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง
 - 2.5 ผู้เรียนได้เลือกสรรผลงานตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเองอย่างมีความสุข
 - 2.6 ผู้เรียนได้ฝึกตนเองให้มีวินัยและรับผิดชอบในการทำงาน
 - 2.7 ผู้เรียนได้ฝึกประเมิน ปรับปรุงตนเอง แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกับผู้อื่นตลอดจนสนใจใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง
3. การสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน ควรสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

3.1 บรรยากาศที่ทำทลายด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจสอดคล้องกับหัวข้อและคณะครูกระตุ้นให้กำลังใจนักศึกษาทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองพยายามร่วมกิจกรรมหรือทำงานให้สำเร็จการทำทลายที่ถูกจังหวะช่วยให้ผู้เรียนทำได้ดีกว่าที่เขาเคยทำได้

3.2 บรรยากาศที่มีอิสระให้นักศึกษามีโอกาสได้คิดได้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่มีความหมายและคุณค่ารวมทั้งโอกาสที่จะผิดพลาดในการเรียนโดยปราศจากความกลัวและความวิตกกังวลบรรยากาศเช่นนี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งใจทำกิจกรรมด้วยความตั้งใจไม่เกรียดย

3.3 บรรยากาศที่มีการยอมรับนับถือ ครูรู้สึกว่่านักศึกษาเป็นบุคคลสำคัญมีคุณค่าและสามารถเรียนได้ซึ่งส่งผลให้นักศึกษาเกิดความเชื่อมั่นในตนเองและเกิดการยอมรับนับถือตนเอง

3.4 บรรยากาศที่มีความอบอุ่นเป็นบรรยากาศทางด้านจิตใจมีความสำเร็จในการเรียน การที่ครูมีความเข้าใจนักศึกษาเป็นมิตรยอมรับและให้ความช่วยเหลือจะทำให้นักศึกษาเกิดความอบอุ่นสบายใจรักครูรักโรงเรียนและรักการเรียน

3.5 บรรยากาศที่มีการควบคุม หมายถึง การฝึกให้นักศึกษามีระเบียบวินัยมิใช่การควบคุมไม่ให้มีอิสระจากภายนอกแต่เกิดขึ้นภายในตัวนักศึกษาเองครูต้องมีเทคนิคในการปกครองห้องเรียนและฝึกให้นักศึกษารู้จักใช้สิทธิและหน้าที่ของตนอย่างมีขอบเขต

3.6 บรรยากาศแห่งความสำเร็จผู้เรียนเกิดความรู้สึกละสบความสำเร็จในงานที่ทำซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างดีขึ้น ครูจึงควรพูดถึงสิ่งที่นักศึกษาประสบความสำเร็จให้มากกว่าความล้มเหลว

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในทางการเรียนคณิตศาสตร์เจมส์ ดับเบิล วิลสัน (Jame W. Wilson) พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในทางการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับคือ วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643 – 678 อ้างถึงใน สิริรัชช จันทร์กลาย, 2545, หน้า 54 – 55)

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วการวิเคราะห์พฤติกรรมมี3 ด้านดังนี้

- 1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม
- 1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความหมายตีความและการขยายความในปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์การแสดงพฤติกรรมมี 6 ขั้นคือ

- 2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด
- 2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎและการสรุป
- 2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่ง

ไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

- 2.5 ความสามารถในการใช้หลักเหตุผลและผล
- 2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการข้อเท็จจริงสูตร ทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรมมี 4 ขั้นตอน คือ

- 3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- 3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูล
- 3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 ความสามารถระลึกได้ซึ่งรูปแบบความสอดคล้องและลักษณะสมมาตรของปัญหา

4. วิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญและหาหลักการที่ส่วนสำคัญเหล่านั้นสัมพันธ์กันซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวแล้วจะสามารถทำให้บุคคลนั้นแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์การวัดพฤติกรรมมี 5 ขั้น

- 4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา
- 4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์
- 4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์
- 4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์
- 4.5 ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอนเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษามีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิดคือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ความคิดเจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective Test or short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอนเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัยแบบทดสอบแบบนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบคือแบบทดสอบถูก-ผิดแบบนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบคือแบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐานหมายถึงแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไปซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญมีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมีมาตรฐานกล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอนวิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 2 ประเภทคือเป็นแบบทดสอบที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นเอง มีทั้งแบบทดสอบอัตนัยและแบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ และแบบทดสอบอีกประเภทหนึ่งคือแบบทดสอบมาตรฐานนอกจากแบบทดสอบที่ดีแล้วการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องนำผลนั้นมาวิเคราะห์และปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพต่อไป

ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

ชวาล แพรัตกุล (2518, หน้า 123 - 136) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีควรมีลักษณะ 10 ประการดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูงคือแบบทดสอบที่สามารถทำนายที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย

2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือโจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่มีโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี

3. คำถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าที่จะคิดตามแนวกว้างว่ารู้น้อยเพียงใด

4. ต้องช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายเชิญชวนให้คิดเด็กสอบแล้วมีความอยากรู้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น
5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าคำถามถึงอะไร ไม่ถามคลุมเครือ
6. ต้องเป็นปรนัย (Objective) หมายถึงคุณสมบัติ 3 ประการ
 - 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำถาม
 - 6.2 แจ่มชัดในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
 - 6.3 แจ่มชัดในการแปลความของคะแนน
7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือสามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลาแรงงานและเงินน้อยที่สุดด้วย
8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)
9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือสามารถแยกเด็กออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด
10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) คือข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ไม่แปรผัน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เยวดี วิบูลย์ศรี (2540, หน้า 178 - 179) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องมีการเตรียมตัวและมีการวางแผนเพื่อให้แบบทดสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัด โดยปกติกรรมวิธีการสร้างแบ่งออกได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้นสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ
- ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน
- ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบสอบเพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัดสั้นกะทัดรัดและมีความชัดเจน
- ขั้นที่ 4 สร้างข้อสอบทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

นอกจากที่กล่าวมาอีกประการที่ควรทราบก็คือ สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดังจะกล่าวดังต่อไปนี้

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สำหรับนักศึกษาที่เรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์ (วัชร บวรณสิงห์, 2525, หน้า 435)

นักศึกษาจะมีลักษณะดังนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75-90 คะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักศึกษาอื่น ๆ
3. มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
4. จำหลักเกณฑ์หรือความคิดรวบยอดเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
6. มีปัญหาในการใช้ความสัมพันธ์ของสิ่งของต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป
7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อยสังเกตจากการสอบตกคณิตศาสตร์
8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์
9. มีความกดดันและสับสนต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนและบางครั้งรู้สึกถูกตัวเอง
10. ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง
11. อาจมาจากสภาพครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักศึกษาคณะอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
12. ขาดทักษะในการฟังและไม่มีความตั้งใจเรียนหรือมีความตั้งใจเพียงชั่วระยะเวลาสั้น
13. มีข้อบกพร่องทางด้านสุขภาพเช่น สายตาไม่ปกติมีปัญหาทางด้านการฟังและข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
14. ไม่ประสบความสำเร็จในด้านการเรียนทั่ว ๆ ไป
15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูดซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ
16. มีพฤติกรรมค่อนข้างต่ำทั้งด้านอารมณ์และสังคม

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ความหมายเกี่ยวกับเจตคติ

คำว่า “เจตคติ” หรือทัศนคติเป็นนามธรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ในสังคมหรือการเรียนรู้ของบุคคลเหตุการณ์สถานการณ์ต่างที่เกิดขึ้นเป็นความรู้สึกที่แสดงออกต่อไป

เจตคติตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Aptus” แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม และตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 อ่านว่า “เจ-ตะ-คะ-ติ” หมายถึง ท่าทีความรู้สึกแนวคิดเห็นของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาให้ความหมายไว้ดังนี้

กู๊ด (Good, 1963 อ้างถึงใน สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล, 2543, หน้า 43) ให้คำจำกัดความของเจตคติไว้ว่าเจตคติคือความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะหนึ่งอาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่างบุคคลหรือสิ่งใด ๆ รักเกลียด หรือกลัวหรือไม่พอใจเล็กน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้น

สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล (2543, หน้า 43) กล่าวว่าเจตคติ หมายถึง พฤติกรรมหรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นครั้งแรกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งความคิดหรือสถานการณ์ใด ๆ ในทางเข้าใกล้หรือออกห่างและความพร้อมที่จะตอบสนองครั้งต่อไปในลักษณะเดิมเมื่อพบกับสิ่งสถานการณ์ดังกล่าวอีก

บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ (2534, หน้า 45) ได้สรุปความหมายของเจตคติว่าหมายถึงกริยาท่าทางรวม ๆ ของบุคคลที่เกิดจากความโน้มเอียงของจิตใจและแสดงออกต่อสิ่งหนึ่ง ๆ โดยแสดงออกในการสนับสนุนมีความรู้สึกเห็นชอบต่อสิ่งเรานั้นหรือแสดงออกในทางต่อต้านซึ่งมีความรู้สึกที่ไม่เห็นชอบต่อสิ่งเรานั้น ๆ

เพราพรรณ เปลียนภู (2542, หน้า 93) กล่าวว่าเจตคติหมายถึงระดับสภาพหรือสภาวะของจิตใจและของสมองในลักษณะพร้อมที่จะกำหนดแนวทางของการตอบสนองของบุคคลหนึ่งต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากแนวคิดที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าเจตคติคือ ท่าที กริยา ความรู้สึก สภาวะของจิตใจหรือแนวความคิดเห็นของบุคคลต่อสิ่งหนึ่ง เมื่อพบกับสิ่งหรือสถานการณ์บางอย่างบุคคลหรือสิ่งใด ๆ ไม่ว่าจะพอใจหรือไม่ก็ตาม

องค์ประกอบของเจตคติ

เจตคติเป็นปฏิกริยา ได้ตอบที่คนเรามีต่อสิ่งเร้าซึ่งมีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ประการคือ (Triandis, 1971 อ้างถึงใน กฤษณา ศักดิ์ศรี, 2530, หน้า 185)

1. องค์ประกอบด้านสติปัญญา (Cognitive Component) เป็นการที่สมองของบุคคลรับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับมีการวิเคราะห์ข้อมูลจัดหมวดหมู่เพื่อช่วยในด้านการรับรู้ทำให้เจตคติที่แสดงออกมาในแนวคิดที่ว่าอะไรถูกอะไรผิด

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นความรู้สึกชอบ-ไม่ชอบหรือทำที่ที่ดี-ไม่ดีที่บุคคลมีต่อเป้าหมายของเจตคติ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นแนวโน้มที่คนจะปฏิบัติต่อสิ่งที่ชอบหรือไม่ชอบเป็นทิศทางของการตอบสนองหรือการกระทำในทางหนึ่งซึ่งเป็นผลมาจากความคิดความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งเร้าซึ่งอาจจะรู้สึกว่าเป็นดีหรือไม่ดี

ลักษณะของเจตคติ

กฤษณา สักดิ์ศรี (2530) รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ (2533) และสุรางค์ ไคว์ตระกูล (2536) ได้สรุปว่า เจตคติเป็นความรู้สึกที่บ่งบอกลักษณะทางจิตใจ อารมณ์ของบุคคลซึ่งอาจจะเป็นลักษณะที่ไม่แสดงออกมาภายนอกให้บุคคลอื่นเห็นหรือเข้าใจก็ได้โดยมีลักษณะที่สำคัญดังนี้คือ

1. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ซึ่งมิได้เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิดเมื่อเกิดการเรียนรู้ย่อมมีความรู้สึกและความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้น โดยบางครั้งอาจได้รับเจตคติจากการเลียนแบบหรือเอาอย่าง

2. เจตคติเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้โดยอาจเปลี่ยนแปลงเป็นตรงกันข้ามกันก็ได้ถ้าสภาพแวดล้อม สถานการณ์ เหตุการณ์เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงทิศทางของเจตคติหรืออาจจะเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น (Intensity) หรือความมากน้อยแต่การที่จะเปลี่ยนเจตคติต่อสิ่งใดนั้น บางครั้งต้องใช้เวลานาน ดังนั้นการเปลี่ยนเจตคติจะเป็นไปได้ช้าหรือเร็วขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยและเงื่อนไขหลายประการด้วยกัน

3. เจตคติเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมทั้งภายในและภายนอกเราสามารถทราบได้ว่าบุคคลใดมีเจตคติในการยอมรับหรือไม่ยอมรับ โดยการสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลนั้นแสดงออกด้วยสีหน้า ท่าทางพอใจหรือไม่พอใจหรืออาจจะทำนายพฤติกรรมทั่วไปโดยการวิเคราะห์จากเจตคติของแต่ละบุคคลก็ได้

4. เจตคติเป็นเรื่องเฉพาะตัวความรู้สึกของบุคคลอาจเหมือนกันแต่รูปแบบการแสดงออกอาจแตกต่างกันออกไป หรืออาจมีการแสดงออกที่เหมือนกันแต่ความรู้สึกต่างกันได้

5. เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรงแต่สามารถสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่แสดงออกมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำนายหรืออธิบายเจตคติได้

ลักษณะเจตคติในวิชาจิตศาสตร์

เจตคติในวิชาจิตศาสตร์นั้นสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ เจตคติทางจิตศาสตร์และเจตคติต่อจิตศาสตร์ตามที่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 168) ได้กล่าวไว้เป็นดังนี้

1. เจตคติทางจิตศาสตร์เป็นลักษณะที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่างในลักษณะของความสนใจใฝ่รู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางจิตศาสตร์การมีเหตุผลการสื่อสารความละเอียดรอบคอบในการทำงาน

2. เจตคติต่อคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจความชอบหรือไม่ชอบรวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

วสันต์ ธารินทร์ธราธาร (2542, หน้า 53-54) ได้กล่าวไว้ในวิทยานิพนธ์ว่าในการให้การศึกษาแก่นักศึกษาครูควรคำนึงถึงสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือเจตคติต่อวิชาที่นักศึกษาเรียน ถ้านักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนจะมีส่วนช่วยให้นักศึกษาเห็นความสำคัญของการเรียนวิชานั้น ก่อให้เกิดความตั้งใจเรียน อยากรู้ อยากเห็น ในสิ่งที่ครูที่สอนและให้ความเอาใจใส่ต่อการเรียนซึ่งเป็นการส่งผลให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นไปด้วยแต่นักศึกษามีเจตคติไม่ดีต่อวิชาที่เรียนแล้วก็จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนหาทางหลีกเลี่ยงการเรียนหรือขาดความกระตือรือร้นในการเรียนและผลที่ตามมาคืออาจทำให้นักศึกษาเรียนวิชานั้นได้ไม่บรรลุตามที่คาดหวังไว้

จุดประสงค์ที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันคือการเสริมสร้างให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อนักศึกษาเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ก็ไม่เป็นการยากที่จะทำให้นักศึกษาเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีดังที่ครูปรารถนาจึงอาจกล่าวได้ว่าครูมีส่วนสำคัญที่จะให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จึงควรพัฒนาให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ควบคู่ไปด้วยแม้ว่าเจตคติเป็นสิ่งที่ไม้อาจสอนได้โดยตรงแต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นหรือได้รับการปลูกฝังทีละเล็กละน้อยให้กับนักศึกษา ผ่านทางกิจกรรมการเรียนการสอนทุกครั้ง จึงควรคำนึงว่าจะเป็นการนำนักศึกษาไปสู่เจตคติที่ดีหรือไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

พฤติกรรมการสอนของครูที่ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ครูต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้เป็นแรงกำลังใจที่จะถ่ายทอดวิชาให้นักศึกษาได้
2. ครูต้องมีเจตคติที่ดีต่อนักศึกษาที่มีความสามารถในการเรียนสูงและนักศึกษาที่มีความสามารถในการเรียนต่ำเพื่อจะได้ส่งเสริมคนเก่งให้เก่งยิ่งขึ้นและช่วยพยุงคนไม่เก่งให้เรียนได้ตามศักยภาพตามที่เขาอยู่
3. การจัดห้องเรียนให้น่าสนใจและส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เช่นจัดป้ายนิเทศมีหนังสือภาพ เกมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นต้น
4. มีพฤติกรรมสอนที่ช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้แก่
 - 4.1 ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความอยากรู้อยากเห็น

4.2 ทำงานกับนักศึกษาด้วยความอดทนและใจเย็นจนนักศึกษาแต่ละคนประสบความสำเร็จ

4.3 เลือกใช้วิธีสอนและสื่อการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักศึกษามีส่วนร่วมเพื่อให้นักศึกษามีความสนุกสนานในการเรียน

4.4 ให้งานนักศึกษาตามความสามารถและอย่างมีเหตุผล

4.5 ส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าใจลักษณะโครงสร้างและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้นักศึกษาจะได้เห็นคุณค่าและเกิดความซาบซึ้ง

4.6 ให้คณิตศาสตร์ เป็นการตอบสนองในทางบวกไม่ใช่ทางลบเช่นไม่ทำโทษนักศึกษาด้วยการให้ทำโจทย์คณิตศาสตร์หลาย ๆ ข้อ

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายคนกล่าวว่าการสร้างเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ให้แก่นักศึกษาให้เป็นจริง จำเป็นเพราะเจตคติต่อคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษา

การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 169)

1. ความสอดคล้องภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่งจะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องแต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดันผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลักหนีจากสิ่งนั้นหรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้

2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งล่อใจ

3. การตัดสินใจทางสังคมการอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

การวัดเจตคติ

กฤษณา ศักดิ์ศรี (2530) และรวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ (2536) ได้สรุปไว้ว่าการวัดเจตคติเป็นสิ่งที่ยากเพราะเราไม่สามารถสังเกตเห็นโดยตรงแต่จะสังเกตจากสิ่งที่แสดงออกในรูปของการตอบสนองซึ่งอาจเป็นถ้อยคำหรือพฤติกรรมโดยสามารถตรวจสอบด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. การสังเกต (Observation) เป็นการศึกษาคุณลักษณะและพฤติกรรมของบุคคลรวมถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อค้นหาความจริงโดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้งห้าของผู้สังเกตโดยตรงทำให้ได้ข้อมูลแบบปฐมภูมิ ซึ่งพฤติกรรมต่าง ๆ ของบุคคลนั้นจะสะท้อนให้เห็นถึงเจตคติของบุคคลนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการสนทนาหรือพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่วางแผนไว้ล่วงหน้าการสัมภาษณ์ประกอบด้วยผู้สัมภาษณ์ (Interview) และผู้ถูกสัมภาษณ์ (Interviewee) เกี่ยวกับผู้ถูกสัมภาษณ์ในด้านปฏิกิริยาไหวพริบ ท่วงท่าและอุปนิสัยใจคอ

3. การใช้แบบวัดเจตคติโดยตรงหรือมาตราส่วนวัดเจตคติ (Attitude Scales) ที่นิยมใช้กันแพร่หลายคือแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท (The Likert Technique) และแบบวัดเจตคติของเธอร์สโตน (The Thurstone Method)

4. การรายงานตนเอง (Self - Report) เป็นการให้เข้าตัวรายงานความรู้สึกที่มีต่อเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นออกมาว่าชอบ - ไม่ชอบอย่างไรด้วยการพูดหรือเขียนบรรยายความรู้สึกของตนเองจากประสบการณ์ที่ผ่านมา

5. โปรเจกทีฟเทคนิค (Projective Technique) เป็นการใช้สิ่งเร้าที่มีลักษณะไม่ค่อยชัดเจน กระตุ้นให้บุคคลระบายความรู้สึกออกมาเพื่อจะได้สังเกตว่ามีความรู้สึกอย่างไรซึ่งความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งเดียวกันอาจแตกต่างกัน

6. สังคมมิติ (Sociometry) เป็นวิธีการแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ทางสังคมของบุคคลที่อยู่รวมกันเป็นหมู่คณะ โดยให้บุคคลอื่นประเมินค่าตัวเราและตัวเราประเมินค่าบุคคลอื่น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธีและจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้กระบวนการสอนของผู้สอนรวมทั้งวิธีการวัดผลประเมินผล ได้เหมาะสมกับผู้เรียน รวมทั้งเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธีและจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสอนของผู้สอนรวมทั้งวิธีการวัดผลประเมินผล ได้เหมาะสมกับการผู้เรียน อีกทั้งเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ยังเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาอีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สิริวรรณ ตะรุสถานนท์ (2542, หน้า 91 - 97) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอน 4 MAT กับที่ได้รับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยคตคอนแวนต์ (หญิง) กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษานักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตรูเนตร อึ้งสวัสดิ์ (2542, หน้า 79 - 80) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ประชากร และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษานักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไตรรัตน์ พัพฒน์โกศลผล (2543, หน้า 83) ได้ศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT กลุ่มทักษะภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 83.44/85.12

ดวงหทัย แสงวิริยะ (2544, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบและเจตคติต่อการเรียนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องประชากรศึกษาและการทำมาหากิน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT กับที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการไม่แตกต่างกัน ความรับผิดชอบต่อการเรียนและเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT กับที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนตามแนวของกรมวิชาการแตกต่างกัน

ปณต เกิดภักดี (2544, หน้า 45 - 48) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวงสำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

โดยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT ภายหลังการทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนดำเนินการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

วรินทร์ ลำพุกธา (2545, หน้า 97-105) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ในวิชาเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอกำแพงศรี จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 44 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.15 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 60 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ดังกล่าว 79.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีในกลุ่มต่าง ๆ กัน จำแนกตามตารางคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ 33,66 คือ กลุ่มสูงมีคะแนนตั้งแต่ 22-28 คะแนน กลุ่มกลางมีคะแนนตั้งแต่ 18-21 และกลุ่มต่ำมีคะแนนตั้งแต่ 4-17 คะแนน โดยจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีในกลุ่มสูง กลุ่มกลางและกลุ่มต่ำคิดเป็นร้อยละ 34.09 31.82 และ 34.09 ของนักเรียนทั้งหมดตามลำดับ

ธีรนาถ นามประเทือง (2545, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติและความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณ การหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนทดลองใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมทั้งยังมีความคงทนในการเรียนรู้อีกด้วย

สิทธิชัย จันทร์คล้าย (2545, บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุฬพร ธรรมเชียง (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเหตุผลเชิงจริยธรรมด้านความซื่อสัตย์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์กับกิจกรรมแบบคล้าย 4 MAT ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันส่วนเหตุผลเชิงจริยธรรมด้านความซื่อสัตย์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชลรส แก้วสมนึก (2548, บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรม

การเรียนรู้ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่มีทักษะภาษาอังกฤษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT มีเจตคติต่อภาษาอังกฤษในระดับมาก

สุพิดา แยมน์มนวล (2550, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องประยุกต์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญระดับ .05

สมนึก คฤกราช (2551, บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT หน่วยการเรียนรู้คลื่นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก่งไทรวิทยาสถาวร จำนวน 90 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้คลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

โบเวอร์ (Bower, 1987, Abstract) ได้ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแรงโน้มถ่วงของนิเวศน์ ตัวอย่างประชากรคือนักเรียนจำนวน 54 คน จากโรงเรียนของรัฐนอร์ทแคโรไลนา แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ใช้การสอนแบบ 4 MAT และกลุ่ม 2 ใช้การเรียนการสอนที่การใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามหนังสือที่เน้นการใช้สมองซีกซ้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้ง 2 กลุ่ม มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์บทเรียนนี้

แอลเพิลล์ (Appell, 1991, Abstract) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาดนตรีของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 6 ตัวอย่างประชากรคือนักเรียน

ประถมศึกษาเกรด 6 จำนวน 154 คนในโรงเรียนประถมศึกษาเมืองพอร์ตแลนด์ รัฐออริกอน ใช้ครูผู้สอนจำนวน 8 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ครู 4 คนและนักเรียน 87 คน โดยใช้การเรียนการสอนแบบตามปกติ กลุ่มที่ 2 ใช้ครู 4 คนและนักเรียน 64 คน โดยใช้การเรียนการสอนแบบ 4 MAT จากนั้นนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน 2 กลุ่ม มาทดสอบ ค่า t -test กำหนดนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1991, Abstract) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในโรงเรียน กระบวนการวิเคราะห์และประเมินผลได้กระทำอย่างต่อเนื่องจากโรงเรียน 16 โรงเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา เน้นที่ส่วนแสดงความสำเร็จ คือ บุคลิกภาพ ค่าเฉลี่ย เนื้อหาและหลักสูตร ความมีประโยชน์และการสร้างสรรค์วิธีการฝึกการประเมินผลสามารถเปลี่ยนนักเรียนให้เป็นผู้ที่ยอมรับความสำคัญของการเป็นคนมีความรับผิดชอบซึ่งเป็นการประเมินตนเองที่มีความเป็นไปได้ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้กระบวนการ 4 MAT เป็นหลัก

ดิวเยอร์ (Dewyer, 1993, Abstract) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ด้วยระบบ 4 MAT ในการสอนเพื่อสร้างแรงจูงใจในการพูดในหลักสูตรพื้นฐานทางภาษาแผนการสอนระบบ 4 MAT สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแบบต่าง ๆ แต่ละชั้นใน 8 ชั้นให้ความสำคัญกับนักเรียนและใช้กระบวนการความถนัดสมองซีกซ้ายและซีกขวาการใช้ระบบพัฒนาแผนการสอนของครูในหน่วยการเรียนรู้พบว่าความสนใจและผลงานของนักเรียนดีขึ้นและสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ ได้กระทำและเรียนรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมกับผู้เรียนคนอื่น ๆ

สก็อต (Scott, 1994, Abstract) ได้ศึกษาความสำคัญของรูปแบบการสอน 4 MAT พบว่าจุดเด่นของการสอนแบบ 4 MAT คือ การที่ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ของตนเองพร้อมกับศึกษาจากรูปแบบการเรียนรู้ของผู้อื่นการทำงานหมุนเวียนของสมองซีกซ้ายและซีกขวาจะช่วยกำหนดรูปแบบและแนวทางเพื่อให้สมองได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและการสอนแบบ 4 MAT สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างกว้างขวางทุกระดับชั้นทั้งในเมืองและนอกเมือง

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1997, pp. 46 - 51) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบกับระบบ 4 MAT ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนในขณะที่เด็กนักเรียนก็สามารถพัฒนาความรู้ได้ครบถ้วนตามวงจรการศึกษา ผู้เรียนสามารถทำให้เกิดผลโดยเป็นไปตามวัฏจักรธรรมชาติจากความรู้สึกไปถึงผลสะท้อนกลับมาให้คิดวิเคราะห์ในที่สุดแสดงออกมาเป็นพฤติกรรม โดยครูไม่แบ่งผู้เรียนเกิดความสมดุลและมีความพร้อมสมบูรณ์ผลการวิจัยปรากฏว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความคิดวิเคราะห์

เจ็กสัน (Jacson, 2001, Abstract) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนและการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของผลสัมฤทธิ์นักเรียนวิทยาลัยชุมชนที่สนใจและการเก็บรักษาทางจุลชีววิทยาเบื้องต้นของโรงเรียนวิทยาลัยชุมชน (Lynn University) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับสอนแบบ 4 MAT มีการพัฒนามากกว่าการสอนแบบบรรยายกลุ่มสนทนา ผลสัมฤทธิ์ที่สนใจและการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันในด้านชาติพันธุ์

อัมเบอร์รี่ (Amberly, 2008, Abstract) ได้ศึกษาการเรียนการสอนและประสบการณ์ในการฝึกอบรมวัฒนธรรมสำหรับเด็กวัฒนธรรมผลการวิจัยพบว่า ประสบการณ์ขั้นฝึกวัฒนธรรมในการศึกษาสามารถให้ประสบการณ์ของการเรียนรู้กระบวนการและเตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงน้อยครั้งหนึ่งของนักเรียน นอกจากนี้การศึกษายังสะท้อนแนวความคิด ความรู้เกี่ยวกับวิธีการเรียนปกติกับประสบการณ์และพัฒนาหลักสูตร ในสหรัฐอเมริกาโอนข้ามวัฒนธรรมและระดับมัธยมศึกษาอย่างไรก็ตามผลที่ไม่คาดคิดว่าบริบทของโรงเรียนนานาชาติไม่เหมาะสมและอาจมีที่เหมาะสมสำหรับประเภทของการฝึกอบรมนี้จะดำเนินการโรงเรียนทั้งโดยทีมทรัพยากรหรือการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่จุดของรายการกลุ่มนี้อาจมีประโยชน์ในการศึกษาแจ้งผู้ปกครองวิทยาลัยและองค์กรให้มีเชิงรุกในการช่วยตรวจสอบความหลากหลายของพวกเขาช่วยนำทางเปลี่ยนวัฒนธรรมของพวกเขาและเติบโตจากความท้าทาย

จากเอกสารงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศดังที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าการสอนแบบ 4 MAT เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้องแม่นยำและสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและฉับไว การสอนแบบ 4 MAT สามารถนำไปใช้ได้กับการสอนวิชาภาษาไทย วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ยังผลมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ ความคงทนในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกัน ส่งผลต่อกันและกันอีกด้วย

จากเหตุผลและข้อสรุปข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่นำการสอนแบบ 4 MAT มาทดลองใช้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานกับนักเรียนระบบ 11+3 สายคณิตศาสตร์ ปีที่ 2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้มาปรับปรุงกิจกรรมการสอนรวมทั้งเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในบทเรียนอื่น ๆ ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์