

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เทคโนโลยี และสารสนเทศและการสื่อสารกับบทบาทในการศึกษา ตามลำดับหัวข้อ ต่อไปนี้

1. แนวคิดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.1 แนวคิดดั้งเดิมและทฤษฎีของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.2 แนวคิดใหม่ในการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.3 แนวคิดเกี่ยวกับความคิดเชิงคณิตศาสตร์
2. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายและประเภทของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
 - 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.3 โปรแกรมจีโอออร์เมตรี: เกิดแพ้กับการสอนคณิตศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. แนวคิดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1.1 แนวคิดดั้งเดิมและทฤษฎีของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์แบบเดิมมุ่งไปที่ครูว่าจะมีวิธีการสอนและเทคนิคการสอนอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาสาระ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และมีทักษะในการคิดคำนวณ ซึ่ง Bakery (อ้างถึงใน วรรณา เอกตะ, 2542:13-15) ได้เสนอหลักการเบื้องต้นของการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ตัวอย่าง ครูควรให้และอธิบายตัวอย่างที่ดีและน่าสนใจ ถ้าเป็นไปได้ ตัวอย่างควรอยู่บนรากฐานแห่งความเป็นอยู่ของมนุษย์หรือสัตว์

2. การฝึกหัด นักเรียนควรฝึกการใช้ความคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้จากตัวอย่างและฝึกการแก้ปัญหาในตัวอย่าง แต่มีข้อควรคำนึงอยู่ว่าการฝึกมากๆ สำหรับนักเรียนคนหนึ่ง อาจทำให้คนอื่นตามไม่ทันหรือเกินความจำเป็นของเขา

3. การสรุป นักเรียนควรสร้างข้อสรุปที่สมบูรณ์ ถูกต้อง เนื่องจากว่าที่สุดแห่งความเข้าใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะสามารถสรุปสาระสำคัญได้

4. กระบวนการนำความรู้ไปใช้ทั่วไป (Generalize Approach) นักเรียนควรจะได้ฝึกการนำหัวข้อทางคณิตศาสตร์ที่เรามีความรู้อยู่ เพื่อให้ได้สิ่งใหม่อย่างสมบูรณ์ได้อย่างไร เนื่องจากเราไม่สามารถทราบหัวข้อใดบ้างที่จะต้องทำความเข้าใจเพื่ออนาคต เราจึงควรเรียนวิธีการทั่วไป สำหรับทำความเข้าใจหัวข้อต่างๆ ในทางคณิตศาสตร์

5. ตรวจสอบความถูกต้อง ครูควรฝึกหัดนักเรียนจนเป็นนิสัยเกี่ยวกับการตรวจสอบงานที่เขาทำเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้อง

จากหลักการสอนดังกล่าวครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี จึงจะสามารถดำเนินการสอนได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2534:7) ยังได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหา ดังนี้

1. ทบทวนความรู้เดิม เพื่อความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้ว เป็นพื้นฐานในการศึกษาความรู้ใหม่ ทั้งจะเป็นการเชื่อมความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกัน จะทำให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด หรือหลักการของเรื่องนั้นๆ ได้แจ่มแจ้งยิ่งขึ้น

2. สอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่จะสอนใหม่ในช่วงเวลาสั้น ควรเลือกวิธีสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละบทแต่ละตอน ควรเริ่มสอนจากการใช้ของจริงเป็นสื่อเครื่องมือในการเรียนเพื่อให้ประสบการณ์นั้นคล้ายกับสภาพจริงในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด หลังจากนั้นก็ใช้ของจำลองหรือภาพแทนของจริงที่ใช้สอนไปแล้ว ขั้นสุดท้ายจึงใช้สัญลักษณ์ เมื่อถึงขั้นนี้นักเรียนจะมองไม่เห็นรูปร่างสิ่งของที่ครูกล่าวถึง แต่นักเรียนสามารถจะนำประสบการณ์เดิมที่ได้จากของจริงและภาพมาใช้คิดคำนวณแก้ไขโจทย์ปัญหาและประโยคสัญลักษณ์ได้

3. ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาใหม่นั้นหรือยัง ถ้ายังก็อาจจะเริ่มต้นทบทวนความรู้เดิมหรือจะสอนเนื้อหาใหม่ก็แล้วแต่ความจำเป็นของเนื้อหา หรือสภาพของนักเรียนในตอนนั้น ถ้าเข้าใจแล้วก็ร่วมกันสรุปหลักเกณฑ์ในการคิดนำไปสู่วิธีคิดเพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไป สำหรับนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจดีพอควรทำการสอนซ่อมเสริมเพิ่มเติม

4. ฝึกทักษะ เป็นการฝึกทักษะจากหนังสือเรียนหรือใบตรงานที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหานั้น หลังจากที้นักเรียนมีความเข้าใจดีแล้ว

5. นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ตลอดจนแก้ปัญหาต่างๆ ในการดำรงชีวิต

6. การประเมินผล เป็นการประเมินผลเพื่อดูว่านักเรียนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการของเนื้อหานั้นเพียงใด ถ้ายังไม่เพียงพอก็ควรจัดสอนซ่อมเสริมใหม่ ถ้าเพียงพอดีแล้วก็สามารถสอนเนื้อหาใหม่ โดยการเริ่มตามลำดับขั้นตั้งแต่ขั้นแรกทุกครั้งของการสอน

จากแนวคิดดั้งเดิมในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นไปที่ครูว่าจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ ผู้เรียนเรียนรู้จากการสอนของครู ครูมีบทบาทสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนได้รับการส่งเสริม กระตุ้นจาก กิจกรรมต่างๆ ที่ครูจัดเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ แต่ผู้เรียนไม่ได้เกิดองค์ความรู้จากการศึกษาค้นคว้าปฏิบัติทดลองด้วยวิธีการต่างๆ ที่ตนเองถนัด แนวคิดดั้งเดิมในการสอนวิชาคณิตศาสตร์จึงจำกัดการมีอิสระในการศึกษาของผู้เรียน แต่เป็นการให้เดินตามกิจกรรมต่างๆ ตามกรอบและแนวทางที่ครูได้กำหนดไว้ให้เท่านั้น ผู้เรียนจึงไม่ได้พัฒนาศักยภาพของตนเองได้เต็มที่ ความมั่นใจในตนเองจึงมีน้อย อีกทั้งไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ เพราะกิจกรรมทุกอย่างถูกกำหนดไว้แล้วจึงทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่เบื่อ ไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะเนื้อหาหายาก เป็นนามธรรมและวิธีการเรียนการสอนไม่สนุก ไม่เข้าใจ ไม่มีอิสระในการคิดการทำ

1.2 แนวคิดใหม่ในการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ จะต้องมีการพัฒนาการทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 4)

ดังนั้นวิธีการสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์ดังกล่าวข้างต้น จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการที่สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียน โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism ซึ่งมีรากฐานมาจากปรัชญาและนำมาประยุกต์ในวิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา รวมทั้งจิตวิทยาด้านความรู้ ความรู้ ซึ่ง Fosnot (อ้างถึงใน มนัส จำอ้อน, 2536: 16) ได้กล่าวถึงความหมายของ Constructivism ว่าเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ปรัชญามานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไร ได้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนา ไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม และ Von Glasersfeld (อ้างถึงใน มนัส จำอ้อน, 2536: 17) ได้กล่าวว่า Constructivism เป็นทฤษฎีของความรู้ รากฐานมาจากปรัชญาจิตวิทยาและการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมาย และการควบคุมกระบวนการ การสื่อความหมายในตัวตน ทฤษฎีของความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ

1. ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ

2. หน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

การสอนตามแนวคิดของ Constructivism

การเรียนการสอนที่ใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองเป็นสำคัญ ครูผู้สอนเป็นเพียงทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนจดจำ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิมและสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนได้รับมาก่อนเข้าสู่ห้องเรียน จากความรู้ดังกล่าวนี้การศึกษาค้นคว้าจึงได้นำแนว Constructivism มาใช้พัฒนาการเรียนการสอนในแนววิทยาศาสตร์

การเรียนรู้ตามแนวคิดของ Constructivism จะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็น Active Process ที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอบโดยวิธีบอกเล่าเป็นแบบ Passive Process ไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวคิดหลักมากนัก
2. ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ ร่วมกับข้อมูลเก่า หรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ มาเป็นเกณฑ์ช่วยในการตัดสินใจ
3. ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณีและสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวความคิดใหม่
4. ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อ ไม่สิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้
5. การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาแนวคิดหลักของนักเรียนในลักษณะต่างๆ

เนื่องจาก Constructivism ไม่มีแนวปฏิบัติหรือวิธีสอนที่เหมาะสม ดังนั้น นักการศึกษาโดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มแรกได้นำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้วิธีสอนต่างๆ ที่มีผู้เสนอไว้แล้ว และพบว่าวิธีสอน 2 วิธี ที่ใช้ประกอบกันแล้วช่วยให้แนวคิดของ Constructivism ประสบผลสำเร็จในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี คือการเรียนรู้แบบค้นพบและการเรียนรู้จากกลุ่ม

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนว Constructivism

ตามแนวทางของ Constructivism ได้เน้นการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง วิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม คือ การเรียนรู้โดยวิธีการเรียนแบบค้นพบ (Discovery Learning) และการเรียนรู้จากกลุ่ม (Cooperative Learning)

1. การเรียนการสอนแบบค้นพบ (Discovery Learning) เป็นการเรียนการสอนลักษณะเดียวกับแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมีขั้นตอนในการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ

1.1 การนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามปัญหา ทบทวนความรู้เดิม กำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

1.2 การสำรวจ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้น ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำหรือเริ่มต้นให้

1.3 การอธิบาย กิจกรรมจะประกอบด้วยการนำข้อมูล ผลการทดลอง มาร่วมกันอภิปราย

1.4 การลงข้อสรุป เป็นการสรุปเนื้อหาหรือข้อมูลการทดลอง เพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ นักเรียนมีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเอง ในกรณีที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของตนเอง

1.5 การประเมินผล เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดหลัก ที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้วโดยการประเมินผลด้วยตนเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการประเมินผลของครูต่อการ เรียนรู้ของนักเรียนด้วย

2. การเรียนการสอนจากการเรียนรู้จากกลุ่ม หรือการเรียนแบบความร่วมมือ ร่วมใจ (Cooperative Learning) เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดจากการผสมผสานระหว่าง ทักษะของการอยู่ร่วมกันในสังคม และทักษะในงานเนื้อหาวิชาการต่างๆ เป็นการเรียนการสอนที่ ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยจัดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน เรียนและทำงานด้วยกันเป็น กลุ่มๆ ละ 2-4 คน โดยมีจุดมุ่งหมายไว้ว่า ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ภายในกลุ่ม ผู้เรียนเก่งกว่าจะ ช่วยผู้เรียนที่อ่อนกว่า และต้องยอมรับซึ่งกันและกันเสมอ ความสำเร็จของกลุ่ม ขึ้นอยู่กับสมาชิก ภายในกลุ่ม ซึ่งมีการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน เช่นเดียวกัน คือ

ขั้นที่ 1 ตั้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน ได้แก่ วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการเรียน มีอะไร หรือนำเรียน ต้องทำงานอะไรให้สำเร็จ ทักษะความร่วมมือในการทำงาน ทักษะใดที่นักเรียน ควรใช้ในการทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ

ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม

ขั้นที่ 3 อธิบายให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนถึงภาระงานที่นักเรียนต้อง ช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยกันเพื่อทำงานให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขั้นที่ 4 ช่วยให้นักเรียนและกลุ่มทำงานให้สำเร็จ ช่วยให้นักเรียนทำงาน กันอย่างร่วมมือ

ขั้นที่ 5 ประเมินความสำเร็จของนักเรียนและประเมินว่านักเรียนร่วมมือ

กันทำงานอย่างไรให้กลุ่ม

บทบาทของครูผู้สอน คือ

1. จัดเตรียมแหล่งความรู้สำหรับนักเรียนค้นคว้า หรือวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้
2. จัดเตรียมแบบฝึก (Worksheet) หรือมอบหมายงานที่ต้องทำร่วมกันในกลุ่ม
3. จัดกลุ่มนักเรียน โดยเฉลี่ยความรู้ความสามารถให้แต่ละกลุ่มใกล้เคียงกัน
4. คุรควรปูพื้นฐานทักษะเบื้องต้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่น

การทำงานในกลุ่มผลิตเปลี่ยนการทำหน้าที่ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นการอภิปราย การยอมรับฟังความคิดเห็น การมีน้ำใจ เป็นต้น

การวัดพฤติกรรมของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของวิลสัน

วิลสัน (James W. Wilson, 1971: 645-696) ได้จำแนกพฤติกรรมของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 2 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และพฤติกรรมด้านจิตพิสัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัศึกษานั้น วิลสันได้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว โจทย์แบบฝึกหัดที่เคยทำมาแล้ว ในด้านข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม ตลอดจนความสามารถในการคิดคำนวณ โจทย์อย่างง่าย หรือเหมือนกับตัวอย่างเป็น โจทย์ที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อนหรือต้องอาศัยการตัดสินใจ กล่าวคือถ้านักเรียนสามารถจำสิ่งที่ครูสอนได้ก็สามารถตอบคำถามได้ พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องนำมาใช้อยู่เสมอ

1.1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ คำถามด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยามนี้ ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด ซึ่งศัพท์และนิยามทางคณิตศาสตร์มีมาก

1.1.3 ทักษะในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) เป็น

ความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง ศัพท์และนิยาม กระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามแบบที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โจทย์ปัญหาที่วัดความสามารถด้านนี้ ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง คำถามจะถามด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ ไม่ถามยุ่งยากซับซ้อน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524:19) ได้ทำการวิเคราะห์และสรุปว่านักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดย

1. บอกข้อเท็จจริง ความหมายของศัพท์นิยาม ในรูปแบบเดียวกันกับที่ได้พบในชั้นเรียน การบอกอาจหมายถึง การพูด เขียน เลือกตอบโดยการทำเครื่องหมาย
2. ปฏิบัติตามคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การทำให้เป็นรูปอย่างง่าย การแบ่งครึ่งเส้นตรง การแก้สมการ ร้อยละ เป็นต้น

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่สูงกว่าพฤติกรรมด้านทักษะในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ เป็นการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

1.2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนภาพ (Concepts) เป็นความสามารถ

ในการนำเอาข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาประมวลเป็นมโนภาพ มโนภาพเป็นเรื่องราวของนามธรรม มีลักษณะใกล้เคียงกับข้อเท็จจริง แต่มีความซับซ้อนมากกว่า ก็จะต้องมีการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงมาผสมผสานกัน แล้วสรุปความหมายของสิ่งนั้น โดยใช้ความเข้าใจของตนเอง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า มโนภาพเป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง อย่างไรก็ตาม คำถามเกี่ยวกับมโนภาพนี้ ครูจะต้องไม่เคยบอกนักเรียนมาก่อน เพราะถ้าครูเคยบอกมาก่อนจะกลายเป็นการวัดความรู้ด้านข้อเท็จจริง

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิงเป็น

กรณีทั่วไปทางคณิตศาสตร์ (Principle, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการมองเห็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป ในเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว สามารถนำความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎมาแก้ปัญหาได้ คำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในขั้นวิเคราะห์ก็ได้ ถ้าหากคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก

1.2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical

Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้ต่างจากพฤติกรรมขั้นความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม โดย

ปกติมักจะนำคำถามเกี่ยวกับศัพท์ และนิยามในคณิตแผนใหม่ (Modern Mathematics) มาใช้วัดพฤติกรรมเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์อยู่บ่อยๆ

1.2.4 ความสามารถในการแปลงโจทย์ปัญหาจากหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นการวัดความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ ซึ่งมีความหมายคงเดิม เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ ความสามารถในการแปลความนี้จะต้องไม่รวมถึงขบวนการในการแก้ปัญหา หลังจากแปลความแล้ว นั่นคือจะไม่รวมถึงวิธีการในการหาคำตอบจากโจทย์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากแปลความแล้ว จะเป็นการวัดพฤติกรรมขั้นนำไปใช้ พฤติกรรมในขั้นนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมด้านความเข้าใจ

1.2.5 ความสามารถในการดำเนินความคิด ตามแนวของเหตุผลที่วางไว้ (Follow a Line of Reasoning) วิชาคณิตศาสตร์ส่วนมากจะเขียนในรูปของการอนุมาน (Deductive Format) ซึ่งถือว่าเป็นภาษาของนักคณิตศาสตร์ ในการติดต่อสื่อสารความหมายกับผู้อื่น ด้วยเหตุนี้ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล ก็คือความสามารถในการอ่านและเข้าใจกับข้อเขียน ซึ่งอยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ และบอกได้ว่าผลสรุปในแต่ละขั้นมาจากอะไร ความสามารถในการอ่านและเข้าใจ ข้อความทางคณิตศาสตร์จะแตกต่างกันไปตามความสามารถในการอ่านทั่วไป

1.2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ (Read and Interpret a Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความ จากปัญหาที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อยุติหรือข้อสรุป การตีความหมายจากตัวเลขที่เป็นข้อมูลทางสถิติรวมทั้งกราฟ ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในระดับอื่นๆ ก็ได้ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์นั้น

สืบเนื่องส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524:20) ได้ทำการวิเคราะห์และสรุปว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านนี้จะแสดงออกโดย

1. สรุปหรือบอกความหมายของเรื่องราวที่เคยเรียนมาแล้ว โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน
2. บอกหรือแปลความหมายข้อความทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ข้อความนั้นกล่าวถึงเรื่องอะไร โจทย์นั้นๆ กำหนดสิ่งใด หรือถามเรื่องอะไร เป็นต้น
3. แปลงหรือเปลี่ยนรูปจากข้อความที่เป็นภาษาให้เป็นสัญลักษณ์หรือภาพ หรือจากสัญลักษณ์ให้เป็นภาพ หรือกลับกัน

1.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายกับที่เรียนมาแล้วโดยนำประสบการณ์เดิมมาใช้ ทั้งนี้ โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในขั้นนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ที่เหมือนกับที่นักเรียนเคยเรียนหรือเคยทำแบบฝึกหัดมาแล้ว พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

1.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย (Solve Routine Problems) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ที่คล้ายคลึง (แต่ไม่เหมือน) กับตัวอย่าง หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในห้องเรียนนั่นเอง นักเรียนจะต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับหลัก กฎ และรู้จักวิธีการคิดคำนวณที่นักเรียนเรียนมาแล้ว มาใช้ผสมผสานเพื่อที่จะแก้ปัญหาให้ได้คำตอบออกมา

1.3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make Comparisons) คำถามในการวัดพฤติกรรมขั้นนี้ จะเป็นคำถามให้นักเรียนค้นหา ความสัมพันธ์ที่ได้เปรียบเทียบข้อมูลที่โจทย์ให้มา 2 ชุด แล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อสรุปตัดสินใจซึ่งในการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณด้วย

1.3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ที่ค่อนข้างจะซับซ้อน กล่าวคือ นักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะกระทำอะไรก่อนอะไรหลัง แล้วจึงดำเนินการคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ ซึ่งอาจจะต้องอาศัยการเปรียบเทียบข้อมูลจากโจทย์กำหนดมาให้ เพื่อตัดสินใจหรือหาข้อสรุป หรืออาจให้แยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

1.3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร พฤติกรรม ในขั้นนี้เกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และระลึกถึงความสัมพันธ์จะเป็นการถามให้นักเรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกันในชุดของข้อมูล และระลึกถึงความสัมพันธ์จะเป็นการถามให้นักเรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกันในชุดของข้อมูล จากข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524:21) ได้ทำการวิเคราะห์ และสรุปว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านนี้จะแสดงออกโดย

1. แก้ปัญหาโจทย์ที่คุ้นเคย ได้แก่ โจทย์ที่คล้ายคลึงกับสิ่งที่เรียนไปแล้ว เช่น การแก้สมการที่เป็นโจทย์ภาษา การสร้าง การหาค่า การพิสูจน์ ฯลฯ ซึ่งเป็นโจทย์ที่นักเรียนต้องมีการเลือกและการตัดสินใจ

2. เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลได้ว่า สิ่งใดมากกว่า น้อยกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมายโจทย์ คิดคำนวณ แล้วจึงตัดสินใจ

3. แยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อพิจารณาได้ว่าส่วนใด

จำเป็นส่วนใดเหมาะสม

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ ของปัญหาได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน โจทย์ปัญหาในขั้นนี้ส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ดังกล่าวนั้นเป็นโจทย์ซึ่งไม่ได้อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหาโจทย์ดังกล่าวจะต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมา รวมกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้ที่ตอบปัญหาของพฤติกรรมขั้นนี้ได้ จะต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง การวัดพฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

1.4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน (Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้จะเป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่ได้อยู่ในแบบฝึกหัดในตำรา ไม่เคยเห็นมาก่อน เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่ได้รับการฝึกหัดมาก่อน นักเรียนจะแก้ปัญหาขั้นนี้ได้ ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ต้องเข้าใจนิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่ครูเคยสอนแล้วเป็นอย่างดี แล้วใช้ความรู้เหล่านั้นมาผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหา

1.4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Discover Relationships) ข้อสอบวัดพฤติกรรมขั้นนี้ นักเรียนจะต้องจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้ว สร้างความสัมพันธ์ขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหานั้นจะนำไปสู่คำตอบในที่สุด ความสามารถในขั้นนี้ต่างไปจากขั้นนำไปใช้ตรงที่นักเรียนจะต้องรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาสร้างเป็นความสัมพันธ์ขึ้นใหม่จึงจะหาคำตอบได้ นักเรียนจะจำความสัมพันธ์อันเดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ เช่น ข้มนำไปใช้

1.4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา ความสามารถในขั้นนี้สร้างเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบได้ยาก แต่ก็สามารถทำได้

1.4.4 ความสามารถในการวิพากษ์ วิจารณ์ การพิสูจน์ (Criticize Proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากและซับซ้อนกว่า ความสามารถขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนภาพหลัก

กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ การเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบเพื่อใช้วัดความสามารถขั้นนี้ เขียนได้ยาก แต่ก็สามารถเขียนได้

1.4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Formulate and Validate Generalization) คล้ายกับความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ แต่อาจจะซับซ้อนกว่านิดหน่อย คือ นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิม และต้องสมเหตุผลผลด้วย คือ อาจจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้ขบวนการนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524:21-22) ได้ทำการวิเคราะห์ และสรุปว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านนี้จะแสดงออกโดย

1. ทำโจทย์ที่แปลกใหม่ได้
2. ค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ๆ ได้
3. สร้างข้อพิสูจน์ใหม่ๆ ได้
4. วิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ได้
5. ได้แย้งและให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อความทางคณิตศาสตร์ได้

2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัยต่อวิชาคณิตศาสตร์

พฤติกรรมด้านจิตพิสัยเป็นความรู้สึกรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวิลสัน (Willson, 1971 อ้างถึงใน สุชาติ ผุดผ่อง, 2542) ได้แบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ

2.1 เจตคติ (Attitudes)

เจตคติ หมายถึง ความเห็น หรือความรู้สึกรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ภายหลังจากที่ได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆ ไปในทิศทางหนึ่ง เช่น สนับสนุนหรือคัดค้าน เป็นต้น เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสังเกตและวัดได้โดยตรง แต่สามารถสังเกตและวัดได้จากพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งนั้น

2.2 ความสนใจ (Interests)

ความสนใจ หมายถึง การแสดงออกซึ่งความรู้สึกรู้สึกชอบพอสิ่งหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น บุคคลที่มีความสนใจในสิ่งนั้น ต้องมีการรับรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วมีการตอบสนองต่อการรับรู้สิ่งที่ตนรับรู้ สุดท้ายบุคคลนั้นก็ยอมรับในคุณค่าของสิ่งที่ตนได้รับรู้เข้าไป

2.3 แรงจูงใจ (Motivation)

แรงจูงใจ หมายถึง ความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไปด้วยดี พยายามเอาชนะอุปสรรคต่างๆ และพยายามทำให้ดีกว่าบุคคลอื่น หรือแข่งขันกันเพื่อให้ได้มาตรฐานอันดีเยี่ยม บุคคลที่มีแรงจูงใจและสบายใจเมื่อตนได้ทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวลหาอุปสรรคความล้มเหลว แรงจูงใจนี้ไม่สามารถวัดได้โดยตรงแต่อาจจะสังเกตได้จากการกระทำ

2.4 ความวิตกกังวล (Anxiety)

ความวิตกกังวล หมายถึง สภาวะจิตใจที่มีความตึงเครียด หวาดระแวง กลัวทั้งหาสาเหตุได้และไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลายประการ

2.5 มโนภาพแห่งตน (Self - concept)

มโนภาพแห่งตน หมายถึง ความรู้สึกเกี่ยวกับตนเอง

2.6 ความซาบซึ้ง (Appreciation)

ความซาบซึ้ง เป็นพฤติกรรมที่ค่อนข้างจะซับซ้อน วัดโดยตรงไม่ได้ ต้องอาศัยการแสดงออกทางความรู้สึกนึกคิดหรือการกระทำ

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

1.3 แนวคิดเกี่ยวกับ การ จัด วิชคณิตศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดกรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นต่างๆ ไว้เพื่อเป็นแนวทางให้สถานศึกษาใช้ในการบริหารจัดการเกี่ยวกับหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับศักยภาพและความต้องการของผู้เรียน สำหรับการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 นั้น เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ เริ่มต้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตตามศักยภาพของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้พัฒนาคุณภาพชีวิต รวมทั้งใช้เป็นพื้นฐานและเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ต่อไป โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ตามเนื้อหาสาระความรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและ ความน่าจะเป็น และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถใน

การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546:1-2)

ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว โดยใช้รูปแบบการสอนของผู้เรียน ได้แสดงออกถึงความรู้ความสามารถทั้งที่เป็นความรู้ความคิดตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีกิจกรรมที่หลากหลายที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนมีพัฒนาการตามวัตถุประสงค์ของสาระวิชาคณิตศาสตร์ กิจกรรมที่จัดขึ้นมุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า และเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการเกิดทักษะกระบวนการต่างๆ เช่น โครงงานคณิตศาสตร์ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสาธิต การทดลอง การสืบค้น การสำรวจ การทำแบบฝึกหัด สิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น ดังแนวทางการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ระบุว่า "การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้"

1. สอดคล้องกับวิถีชีวิต ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน
2. ส่งเสริมการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน วางแผน ปฏิบัติ แก้ปัญหา จัดการ การเผชิญสถานการณ์ ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างองค์ความรู้
3. เชื่อมโยงองค์ความรู้กับศิลปวัฒนธรรมและภูมิปัญญาของท้องถิ่น
4. เรียนรู้คุณธรรม
5. เรียนรู้แบบบูรณาการ
6. เรียนรู้จากการวิจัย
7. เรียนรู้ให้เกิดได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่
8. ประสานกับ ผู้ปกครอง บิดามารดา (ทุกฝ่าย) ร่วมมือกันพัฒนาผู้เรียนโดย

มีเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน ให้เป็นคนดี มีปัญญา อยู่ร่วมในสังคมอย่างมีความสุข และมีความเป็นไทย

นอกจากการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ตามสาระความรู้ของวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ยังมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ การมีความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ด้านอื่นๆ และการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546:9) ซึ่งการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นั้น ครูต้องมีเทคนิคการสอนที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดความคิดที่หลากหลาย และสามารถเลือกความคิดที่ดีที่สุดเพียง 1 อย่าง ออกมา โดยตัดประเด็นความคิดที่ไม่

เกี่ยวข้องหรือไม่เหมาะสมออกที่ละประเด็น จนกระทั่งเหลือประเด็นที่สำคัญและเหมาะสมที่สุดมาใช้เป็นแนวทางซึ่งทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ซึ่งความสามารถนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลตามความถนัด ความสามารถเฉพาะตนและประสบการณ์ของแต่ละคนซึ่ง สัมมาไม่เหมือนกัน ได้แก่ การฝึกฝนจนเกิดทักษะ การอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างตามสภาพภูมิศาสตร์ สังคม ธรรมเนียมวัฒนธรรม ตลอดจนความเชื่อต่างๆ ส่งผลให้ผู้เรียนมีกระบวนการ-การคิดอย่างเป็นลำดับมุงคิดเฉพาะเรื่องเพื่อหาผลลัพธ์และข้อยุติ คือ ความคิดสร้างสรรค์ หากผู้เรียนยังมีกระบวนการคิดที่สับสนโดยมีอารมณ์ ข้อมูลต่างๆ เหตุผล ความหวัง เข้ามารุมเร้าทำให้เกิดความคิดสับสน คิดไม่ตก ไม่มีคำตอบที่สิ้นสุดเกิดการโต้แย้งทางความคิดย่อมไม่เกิดความคิดสร้างสรรค์

การคิดอย่างเป็นระบบมีวิธีการคิด 2 แบบ คือ คิดทีละประเด็น เป็นการคิดในเชิงลึกเพียงด้านเดียวตามลำดับ เพื่อหาข้อสรุปของข้อมูลและเหตุผล เรียกว่า การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) แต่วิธีการคิดอีกแบบหนึ่งคือ การคิดต่อจากการคิดแบบเอกนัย เป็นการนำข้อสรุปหรือเหตุผลมาคิดอย่างหลายแง่มุมในเชิงกว้าง เรียกว่าการคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งเป็นการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งกิลฟอร์ด (Gillford, 1973 อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2549) ได้กล่าวองค์ประกอบของการคิดแบบอนกนัยว่าประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ซึ่ง ทอเรนท (Torrent, 1970 อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2549) กล่าวว่า ความคิด สร้างสรรค์เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)

บทบาทของครูผู้สอนเป็นไปในลักษณะผู้ให้แนวทาง คือ ไม่เจาะจงหรือกำหนดคำตอบที่ตายตัวใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลาย คำตอบนั้นแม้จะผิดก็ไม่ได้มีการตำหนิ บรรยายการเรียนการสอนเต็มไปด้วยการให้กำลังใจ ผู้เรียนได้รับการดูแลอย่างทั่วถึง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึภาคภูมิใจในตนเอง ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เท่านั้น โดยให้ผู้เรียนรู้จักข้อมูลความจริงต่างๆ ซึ่งจะนำไปกระตุ้นอารมณ์ของผู้เรียนให้เกิดความกังวล สับสน วุ่นวาย ลำดับต่อไปคือ การวิเคราะห์ข้อมูล จนค้นพบปัญหา การจัดลำดับความคิดจนสามารถตั้งสมมติฐานและคิดต่อไปในแง่บวกจนค้นพบคำตอบและเกิดความคิดแนวใหม่และยอมรับผลจากการค้นพบ

ดังนั้นจึงสรุปกระบวนการคิดหรือความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า เกิดจากความถนัดและความสามารถของแต่ละคน รวมถึงสิ่งแวดล้อมและการคิดอย่างเป็นระบบโดยการคิดอย่างเอกนัยตามลำดับ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการฝึกให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการคิด

อย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลลัพธ์และชิ้นงานออกมาอย่างหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันไปตามความคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งขึ้นอยู่กับภูมิหลังของแต่ละบุคคล

แนวทางการจัดการเรียนการสอน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547:23) กล่าวถึงรายงานของโคครอฟท์ว่าการสอนที่ดีควรจะใช้แนวทางการสอนผสมผสานหลายๆ รูปแบบ ระหว่างการเรียนการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือหัวข้อ ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหาสาระอย่างชัดเจนและถูกต้องโดยครู
2. การอภิปรายระหว่างครูและนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกัน
3. กิจกรรมที่ช่วยหลอมรวมความรู้ที่แยกกันให้เกิดเป็นองค์ความรู้ที่แข็งแกร่งโดยการฝึกปฏิบัติทักษะพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
4. ให้งานภาคปฏิบัติและและเป็นงานที่มีประโยชน์และเหมาะสมกับผู้เรียน
5. การแก้ปัญหา รวมถึงการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ในชีวิตประจำวัน
6. การสอนแบบสืบสวนและสอบสวน (Investigation)

2. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายและประเภทของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มาจากภาษาอังกฤษคำว่า Information Communication Technology ซึ่งใช้คำว่า ICT มีความหมายหลายนัยน์ตามที่องค์กรต่างๆ และผู้รู้ที่อยู่ในวงการกล่าวไว้ดังจะ ได้นี้ สนอตามลำดับต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้ความหมายของคำว่าเทคโนโลยีสารสนเทศไว้โดยแยกการให้ความหมายเป็น 2 คำ คือ

คำว่า “เทคโนโลยี” (Technology) หมายถึง การประยุกต์เอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มาทำให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ เทคโนโลยีจึงเป็นวิธีการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของสิ่งต่างๆ ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น เช่น ทราหรือซิลิกอนเป็นสารแร่ที่พบเห็นทั่วไปตามชายหาด หากนำมาสกัดด้วยเทคโนโลยีและใช้เทคนิควิธีการสร้างเป็นชิป (chip) สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะทำให้สารแร่ซิลิกอนนั้นมีคุณค่าและมูลค่าเพิ่มขึ้นได้อีก

ส่วน “สารสนเทศ” (Information) คือ ข้อมูลต่างๆ ที่ได้มีการประมวลผลแล้ว หรือ เก็บรวบรวมไว้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้ถ้อยคำในการพูด การเขียน ภาพเขียน ไมโครฟิล์ม แผ่นดิสก์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ มีการบันทึกไว้ในสื่อหรือทรัพยากรสารสนเทศนานาชนิด ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้ได้ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามต้องการ

นอกจากนี้สถาบันเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics Computer and Technology: NECTEC, 2545:79) ได้ให้คำนิยามเทคโนโลยีสารสนเทศว่าเป็นการนำความรู้ในผลิตภัณฑ์หรือในกระบวนการใดๆ ที่อาศัยเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ (software) คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (hardware) การติดต่อสื่อสาร การรวบรวมและการนำข้อมูลมาใช้อย่างทันการ เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพทั้งทางด้านการผลิต การบริการ การบริหาร และการดำเนินการ รวมทั้งเพื่อการศึกษาและการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลต่อความได้เปรียบทางเศรษฐกิจ การค้า และการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิต และคุณภาพของประชาชนในสังคม

สำหรับ จอห์น วี พาฟลิก (John V. Pavlik, 1993: 62) ให้ความหมายเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศว่า ควรต้องประกอบด้วยสื่อ 5 ประเภท ดังนี้ 1) การสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ออนไลน์ (online computer communication) เช่น การติดต่อออนไลน์แบบไร้สาย (wireless personal computer service: PSC) ซึ่งก็อยู่ในกลุ่มของการใช้โทรศัพท์มือถือ การใช้อินเทอร์เน็ต (internet) 2) สื่อ CD-ROM 3) สื่อเทปเสียงแม่เหล็ก (magnetic tape) 4) สื่อดิสเก็ตต์ (diskettes) และ 5) สื่อเทปเสียง (audio tape) ซึ่งในส่วนของสื่อ 3 ประเภทหลังมีแนวโน้มการใช้ลดลง ในขณะที่สื่อประเภทแรกมีแนวโน้มการใช้สูงมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นความหมายของคำว่าเทคโนโลยีสารสนเทศจึงหมายถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสารสนเทศทำให้สารสนเทศมีประโยชน์และใช้งานได้กว้างขวางมากขึ้น เทคโนโลยีสารสนเทศยังเอื้อประโยชน์ทำให้การสื่อสารกันและกันของมนุษย์ทำได้ง่ายขึ้น จิตจำกัฒมากขึ้น ซึ่งรวมถึงการใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ ที่จะรวบรวม จัดเก็บใช้งาน ส่งต่อ หรือสื่อสารระหว่างกัน เทคโนโลยีสารสนเทศเกี่ยวข้องกับเครื่องมือเครื่องใช้ในการจัดการสารสนเทศ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์รอบข้าง ขั้นตอนวิธีการดำเนินการซึ่งเกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์ ข้อมูล บุคลากร และกรรมวิธีการดำเนินงานเพื่อให้ข้อมูลเกิดประโยชน์สูงสุด

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาในการเรียนการสอนทุกระดับชั้นทุกสาขาวิชา เนื่องจากกระแสของโลกาภิวัตน์ข้อมูลข่าวสารสามารถสื่อสารถึงกันได้โดยไม่มีสิ่งใดมาปิดกั้นได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำคอมพิวเตอร์เข้ามาในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการค้นคว้า ศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ทั้งที่ครูจัดเตรียมไว้ให้หรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ให้บริการทั่วโลก ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายลักษณะ ดังนี้ ผดุง อารยะวิญญู (2527:41-42) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยเป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน สำหรับการเรียนการสอนจะบรรจุเนื้อหาที่ครูจะสอน แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตัวเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียน เรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชา เช่นเดียวกับที่ กิดานันท์ มลิทอง (2531:168) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นเทคโนโลยีสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องตามปกติ นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูล que ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันทีซึ่งเป็นการเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในขณะนี้จะมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนในรูปแบบต่างๆ กัน ซึ่งการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้อาศัยความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองโดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรงและให้ผู้เรียนเลือกเรียนลำดับต่อไป นอกจากนี้ สโตลูโรว์ (Stoluraw, 1971:390) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ใน The Encyclopedia of Education ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีสอน โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ที่จัดประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาวิชาตามลำดับขั้นตอนที่ต่างกันด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ในวิชาซึ่งมีเนื้อหาสาระที่เป็นนามธรรม ดังเช่นที่ เอลเลน ไวท์ และกัลยา (Allen White & Gullaya, 2004:26) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ว่าจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนเชื่อมโยงและบูรณาการได้อย่างดี ทำให้ครูมีแนวโน้มที่จะสอนได้อย่างเป็นพลวัตยิ่งขึ้น



อธิบายความหมายได้หลายวิธี และเป็นการส่งเสริมตอบสนองต่อความคิดและตอบคำถามอย่างเต็มความสามารถซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของสถาบันเบคด้า ที่พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีส่วนช่วยพัฒนาผู้เรียนในการคิดเลขในใจ และทักษะด้านตัวเลข เช่น การใช้จุดทศนิยม ซึ่งการพัฒนาในด้านนี้มีส่วนทำให้สมองได้พัฒนาเกินวัย นอกจากนี้พบว่าทำให้มีทักษะด้านการจัดการข้อมูลที่ดีขึ้น และทักษะการแก้ปัญหา การคิดอย่างเป็นเหตุ เป็นผล ตลอดจนพัฒนาความเข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีบทบาทสำคัญในการเป็นแรงจูงใจให้กับผู้เรียน เพิ่มความมั่นใจและความศรัทธาในตนเอง

ในด้านครูผู้สอน การนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ครูเกิดความมั่นใจในการจัดกิจกรรมต่างๆ ในการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์ คือ ความเป็นเหตุเป็นผล ความสัมพันธ์กันของความรู้สาระต่างๆ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสื่อความหมาย ตลอดจนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นนั้นส่งเสริมธรรมชาติการเรียนรู้ และสอดคล้องกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน

2.3 โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพดกับครูสอนคณิตศาสตร์

โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad: GSP) พัฒนาขึ้นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2534 โดยนิโคลัส แจคกี (Nicholas Jachiw) อยู่ในโครงการพัฒนาเครื่องมือการสร้างรูปทรงเรขาคณิตที่สามารถสร้างได้โดยเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการสร้างงานทางเรขาคณิตที่สามารถมองเห็นได้ (Visual Geometry Project) ของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติแห่งอเมริกา ซึ่งมี ดร.ยูจีน กลอสส์ จากวิทยาลัยสวาทมอร์ และ ดร.ดอริส ซาทซไนเคอร์ จากวิทยาลัยมอราเวียน เป็นหัวหน้าเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานโดยสามารถสร้างรูปทรงเรขาคณิตตั้งแต่อง่ายไม่ซับซ้อนไปจนถึงรูปที่ซับซ้อน โดยวิธีการที่ง่ายใช้เวลารวดเร็ว โดยการเห็นภาพเคลื่อนไหว (animation) ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายในเวลาอันรวดเร็ว เกิดจินตนาการและทำความเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนจากการมองเห็นอย่างเป็นรูปธรรม สามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง โดยวิธีการที่หลากหลายจากการทดลองและเรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาหรือทฤษฎีที่ยากในหลายวิธีนอกเหนือจากคณิตศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ศิลปะ สังคมศาสตร์

โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพดช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีบทที่ยากได้อย่างง่ายดายจากการสร้างภาพและทำให้เคลื่อนไหวได้ตามจินตนาการของผู้เรียน เช่น บีบให้มีขนาดเล็กลงหรือยืดขยายให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ยังคงรักษาคูณสมบัติทางคณิตศาสตร์ไว้เสมอ หรือการสร้างแบบจำลองต่างๆ ตามเงื่อนไขของการสร้าง ผู้เรียนสามารถตรวจสอบผลหรือคำตอบที่เป็นไป

ได้หลายๆ กรณี ตามเงื่อนไข ดังนั้นวิชาคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่น่าสนใจชวนให้ติดตามจากภาพที่ปรากฏบนจอ ผู้เรียนจึงสามารถทำความเข้าใจได้อย่างลึกซึ้งในเนื้อหาที่ยาก เช่น ทฤษฎีคณิตศาสตร์ เรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ โทณมิติ แคลคูลัส ได้อย่างง่ายดายจากการค้นคว้า พิสูจน์เพื่อหาคำตอบด้วยตนเองอย่างรวดเร็วด้วยศักยภาพของโปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็ค

สำหรับครูผู้สอนสามารถใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็คได้อย่างสะดวกในการสอนในห้องเรียนปกติซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวพร้อมเครื่องฉาย LCD นอกเหนือจากการสอนในห้องคอมพิวเตอร์โดยการสอนแบบสาธิต นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถนำเสนอ รายงานหรือนำเสนองานที่สร้างในแบบร่างตลอดจนเพิ่มผลงานต่างๆ

ประสิทธิภาพของโปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็คซึ่งสรุปจากผลงานวิจัยของ Key Curriculum Press (อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2542: 2) มีดังนี้

1. โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็คเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ง่าย แม้ผู้เริ่มใช้ครั้งแรกก็สามารถสร้างรูปที่ไม่ซับซ้อนได้ทันที สำหรับการสร้างรูปที่ซับซ้อน โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็คมีความสามารถในการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนปฏิบัติได้อย่างไม่ยากเกินไป ทั้งนี้ ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์จากโปรแกรมนี้เป็นอย่างดีที่สุด ถ้าคำนึงถึงความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดต่างๆ ในเชิงคณิตศาสตร์ในขณะที่สร้างรูป

2. โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็คสามารถรวบรวมความรู้ สาระ และหัวข้อต่างๆ ในวิชาเรขาคณิตในรูปแบบที่พิเศษ ซึ่งเอกสารหรือตำราอื่นๆ ทำไม่ได้ ตัวอย่างเช่น รูปสามเหลี่ยมที่สร้างโดยใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็ค ผู้เรียนสามารถสังเกตตรวจสอบและสืบเสาะ (investigation) ความสัมพันธ์ระหว่างเส้น มุม พื้นที่ การแปลง (transformations) ความสมมาตร และเรขาคณิตวิเคราะห์ (coordinate geometry) ได้ โดยรูปภาพที่ปรากฏอย่างชัดเจน

3. โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็คให้โอกาสผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีการสืบเสาะความรู้จากแหล่ง ไม่ใช่เฉพาะแต่จากการลาก (dragging) รูปที่สร้างไว้เท่านั้น

การนำโปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพ็คมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์จึงเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีวิธีการคิดและปฏิบัติหลากหลายวิธีการ ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลจะคิดสร้างสรรค์รูปแบบและวิธีการขึ้นมาซึ่งไม่มีรูปแบบที่ตายตัว สอดคล้องกับวิธีการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Centered) และตามแนวทางของ Constructivism จึงเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสนุกไปกับสิ่งแปลกใหม่ แม้ว่าโจทย์เดียวกันแต่ผลที่ได้ออกมาไม่เหมือนกัน จึงเป็นการเร้าใจให้ผู้เรียนแต่ละคนพยายามคิดในแบบฉบับของตนเอง ตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนซึ่งแตกต่างกันในแต่ละบุคคลทำให้การ

เรียนรู้แตกต่างกันไปด้วย แม้ว่าจะเรียนเรื่องเดียวกัน เรียนพร้อมกัน ในเวลาเดียวกัน แต่ประสบการณ์เดิมตลอดจนทักษะการคิดและความถนัดทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการสร้างสื่อประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะโปรแกรมดังกล่าวจะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ทดลองและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ (conjectures) สามารถเปลี่ยนรูปและการกระทำกลับมาเป็นรูปเดิมได้อย่างง่ายดาย

นอกจากนี้ซอฟต์แวร์โปรแกรมนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสำรวจคุณสมบัติและลำดับขั้นตอนเพื่อศึกษาว่านักเรียนจะมีพัฒนาการด้านผลการเรียนและพฤติกรรมไปในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ และผู้สอนสามารถจัดรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการสนทนาโต้ตอบกันได้ การแก้ปัญหาสำรวจความคิดตนเอง ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ในเวลาและเนื้อหาที่ไม่จำกัดได้ตามสภาพของผู้เรียนและโดยรวมแล้ว รวมถึงการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างดี เป็นสื่อโอเพ่นช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีความเป็นนามธรรมมาก ทำให้คณิตศาสตร์ไม่กลืนเป็นเรื่องน่าเบื่อ จะช่วยอธิบายเนื้อหาหลายๆ เช่น ทฤษฎีคณิตศาสตร์ เรขาคณิต พีชคณิต ตรรกวิทยา แคลคูลัส โดยใช้ภาพเคลื่อนไหว (animation) อธิบายสร้างความเข้าใจที่กระจ่าง ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตัวเองเพราะเรียนรู้ง่าย นอกจากนี้ยังบูรณาการให้เข้ากับการเรียนการสอนวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ศิลปะ สังคมศาสตร์ได้อย่างกลมกลืน ผู้สอนก็สามารถใช้โปรแกรมนี้ เป็นเครื่องช่วยกระตุ้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทันสมัยแปลกไปจากเดิม เพราะแทนที่จะสอนให้ผู้เรียนจำสูตรโดยปราศจากความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ทว่าด้วยศักยภาพของโปรแกรม จะกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้า พิสูจน์ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตัวเองจากการลงมือปฏิบัติจริงได้นำมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ความเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น เรียนรู้อย่างมีความสุข โดยไม่จำกัดเวลา รวมทั้งช่วยพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีทักษะในการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนอย่างฉลาด มีการคาดเดาและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้อย่างยั่งยืน โปรแกรมดังกล่าวจะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ทดลองและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ (conjectures) สามารถเปลี่ยนรูปและการกระทำกลับมาเป็นรูปเดิมได้อย่างง่ายดาย

นอกจากนี้ซอฟต์แวร์โปรแกรม เพื่อศึกษาว่านักเรียนจะมีพัฒนาการด้านผลการเรียนและพฤติกรรมไปในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับความเชื่อของ บลูม (Benjamin S. Bloom) กล่าวว่า “ถ้าให้เวลาและโอกาส นักเรียนทุกคนจะเรียนรู้ได้ในระดับสูง เหมือนกัน การเรียนการสอนจะได้ผลดีขึ้นอยู่กับเวลา สถานที่ และกิจกรรมการซ่อมเสริมที่โรงเรียนจัดให้แก่นักเรียน” นอกจากนี้ยังสามารถให้การเสริมแรงได้อย่างรวดเร็วตามทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) ของ บี เอฟ สกินเนอร์ (B.F. Skinner) ซึ่ง ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2537:8 -10) ระบุไว้ว่า “การ

เสริมแรงทางบวกจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด การเสริมแรงควรเกิดขึ้นทันทีภายหลังที่นักเรียนได้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างถูกต้อง” ครูก็สามารถใช้โปรแกรมจีโอรีมเตอร์สเก็ตแอนด์เป็นเครื่องช่วยกระตุ้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทันสมัยแหวกแนวไปจากเดิม เพราะแทนที่จะสอนให้เด็กจำสูตรโดยปราศจากความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ทว่าด้วยศักยภาพของโปรแกรมจีโอรีมเตอร์สเก็ตแอนด์จะกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้า พิสูจน์ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

จากการลงมือปฏิบัติจริง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ลงนามในพิธีรองลิขสิทธิ์การใช้ซอฟต์แวร์จีโอรีมเตอร์สเก็ตแอนด์ Version 4.0 กับ บริษัท Key Curriculum Press ผู้พัฒนาโปรแกรมดังกล่าว และได้นำมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แปลเป็นภาษาไทยเพื่อให้โรงเรียนใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยได้ทดลองโปรแกรมนี้ นำร่องในโรงเรียน 30 แห่ง ปรากฏว่าเสียงสะท้อนของผู้เรียนออกมาในทิศทางเดียวกัน คือมีความเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น เรียนรู้อย่างมีความสุข จนแม้กระทั่งนักเรียนระดับ าระถมศึกษาซึ่งไม่คุ้นเคยกับโปรแกรมนี้มาก่อนเลย ก็สามารถเรียนรู้และเข้าใจรูปทรงเรขาคณิต ได้ภายในวันเดียว เพื่อรองรับการขยายการใช้งานโปรแกรมนี้ไปสู่สถานศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ฝึกอบรมวิทยากรแกนนำและครู ตลอดจนบุคลากรทางการศึกษาสำหรับอบรมครูคณิตศาสตร์ทั่วประเทศ โดยมีเครือข่ายมหาวิทยาลัยของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเข้ามามีส่วนร่วมรวมทั้งอบรมครูมัธยมประมาณ 1,000 คน กว่า 120 โรงเรียน ครูโรงเรียนนำร่องของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และครูในโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในโครงการเงินกู้ธนาคารโลก

ความงดงามที่เร้าใจจากการสร้างโดยใช้โปรแกรมจีโอรีมเตอร์สเก็ตแอนด์ คือสามารถทำให้เคลื่อนไหวได้รูปที่สร้างก็ยังสามารถลากบีบให้มีขนาดเล็กลงหรือขยายได้ อีกนัยหนึ่งคือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ยังคงรักษาสสมบัติทางคณิตศาสตร์ไว้เสมอ ขณะที่ทำให้รูปมีการเปลี่ยนแปลง ความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้าง (ตัวอย่างเช่น ส่วนของเส้นตรงเส้นหนึ่งตั้งฉากกับอีกเส้นหนึ่ง) จะยังคงมีอยู่เสมอ ส่วนสมบัติบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงได้จะเป็นสมบัติที่ไม่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างอย่างแท้จริง จะเห็นว่ารูปร่าง Sketchpad มีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้สามารถสำรวจผลที่เป็นไปได้หลายๆ กรณีตามเงื่อนไขของการสร้าง สิ่งเหล่านี้ทำให้ง่ายต่อการจำแนกแหว่งสมบัติที่เป็นจริงบางครั้งและสมบัติที่เป็นจริงเสมอในทุกๆ สถานการณ์ที่กำหนดให้

ความสามารถของโปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพด

โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad) เป็นโปรแกรมอเนกประสงค์และนำไปใช้ได้ที่น่าประหลาดใจ ดังนั้นขอบเขตของการใช้จึงขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ใช้ ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างที่สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพด

1. การสำรวจและการสอนทฤษฎีบททางเรขาคณิต

เนื้อหาวิชาเรขาคณิตมักจะเต็มไปด้วยทฤษฎีบท สัจพจน์ บทแทรก บทตั้ง และบทนิยาม ซึ่งมีหลายอย่างที่ยากแก่การเข้าใจหรือแม้จะเข้าใจก็ไม่ลึกซึ้งนัก วิธีที่จะให้เข้าใจทฤษฎีบทที่ยากๆ หรือวิธีการสอนเรื่องยากในชั้นเรียน โปรแกรมนี้จะนำไป สร้างแบบจำลองต่างๆ เพื่ออธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมต่างๆ ได้อย่างดี

2. การนำเสนอในห้องเรียน

ครูสามารถใช้ โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพดเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ได้ทุกวัน แต่ก็สามารถนำงานมาสาธิตในห้องเรียนที่มีคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวพร้อมเครื่องฉาย LCD ได้ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถนำงานที่สร้างในแบบร่างมาเสนอในชั้นเรียน หรือทำรายงานตลอดจนทำเพิ่มผลงานต่างๆ

3. การศึกษารูปต่างๆ จากหนังสือเรียน

การสร้างรูปต่างๆ โดยใช้โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพด จะใช้เวลาน้อยกว่าการสร้างด้วยมือ นอกจากนั้นในการสร้างรูปจากโปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพดยังได้เปรียบตรงที่สามารถทำให้รูปนั้นเคลื่อนไหวได้ และสำรวจการเปลี่ยนแปลงได้

4. ใช้โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพด ในรายวิชาต่างๆ ของคณิตศาสตร์

จะพบว่าโปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพดเป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างยิ่ง ในรายวิชาต่างๆ ของคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นนักเรียนหรือเป็นครู เช่น ในพีชคณิต สามารถใช้โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพดสำรวจความชันและสมการของเส้นตรง สำรวจสมบัติของพาราโบลา และหัวข้ออื่นๆ ที่คล้ายอีกหลายหัวข้อในวิชา Advanced algebra และ pre-calculus ทั้งนักเรียนและครูสามารถสำรวจการเคลื่อนไหวของวงรีของฟังก์ชันด้วยการใช้คำสั่งต่างๆ จากเมนูกราฟใช้ โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพดกับวิชาตรีโกณมิติ เพื่อสำรวจความเกี่ยวข้องระหว่างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและฟังก์ชันตรีโกณมิติในวิชาแคลคูลัส ใช้สำรวจอนุพันธ์ของฟังก์ชันด้วยการสร้างเส้นสัมผัสเส้นโค้งและใช้คำสั่งอนุพันธ์หรือสำรวจปริพันธ์โดยการสร้างพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง นอกจากนี้โปรแกรมจีโอเมตอร์สเก็ตแพด ยังสามารถใช้ประโยชน์ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย เช่น วิชา non-Euclidean geometry หรือหัวข้อต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูง

5. การสร้างแฟร็กทัล

แฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่สวยงามสะดุดตา ซึ่งพบเห็นได้ในธรรมชาติ และเป็นรากฐานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟิกหลายๆ โปรแกรม แฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่คล้ายกับตัวเอง มันจะดูเหมือนกันไม่ว่าจะขยายในมุมมองใด การสร้างแฟร็กทัลเริ่มจากการสร้างรูปง่ายๆ แล้วทำซ้ำ รูปเดิมแต่ให้มีขนาดเล็กลงๆ การใช้คำสั่งทำซ้ำของโปรแกรมจอร์เมเตอร์สเก็ทเพื่อช่วยให้สามารถสร้างแฟร็กทัลนี้ หรือการสร้างแบบอื่นๆ ที่ใช้กระบวนการทำซ้ำได้

6. การวาดภาพที่ได้สัดส่วนเสมือนจริงและรูปศิลปะทางเรขาคณิตแบบ

ต่างๆ

หากต้องการทำบัตรอวยพรหรือต้องการออกแบบพื้นหลังบน webpage ให้ได้ภาพที่สวยงามไม่ซ้ำแบบใครสามารถใช้เครื่องมือในเมนูการแปลงของโปรแกรมจอร์เมเตอร์สเก็ทเพื่อรวมกับเครื่องมือจากเมนูแสดงผลและจากที่อื่นๆ ก็จะช่วยให้เราสร้างภาพได้อย่างวิจิตรงดงามตื่นตาตื่นใจ

7. พัฒนากระบวนการความคิดและการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์

โปรแกรมจอร์เมเตอร์สเก็ทเพื่อมีบทบาทสำคัญในการพัฒนากระบวนการความคิดและการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้ใช้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยกระบวนการค้นพบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างดี การแสดงภาพทำให้เกิดทักษะการนึกภาพทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเกิดการนึกภาพ (Visualization and Intuition) การตั้งข้อความคาดการณ์ (Conjectures) และการพิสูจน์ (Proof) เป็นการหาข้อมูลที่น่าไปศึกษา สรุปข้อความคาดการณ์ว่าเป็นจริงหรือไม่ การใช้โปรแกรมสร้างรูปกราฟสามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันพีชคณิตและเรขาคณิตเชิงพีชคณิต ทำให้ผู้เรียนมีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผลมากขึ้นอันจะนำไปสู่กระบวนการพิสูจน์ที่ดียิ่งขึ้น เราจึงควรใช้ช่วงได้เปรียบนี้ปรับปรุงการพิสูจน์ที่ด้อยคุณภาพของผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น (Daniel B. Hirschhorn and Denisse R. Thompson, 1996)

โปรแกรมจอร์เมเตอร์สเก็ทเพื่อจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมซึ่งต้องมีการกระทำ และมีการแสดงการตรวจสอบเกี่ยวกับการตั้งข้อความคาดการณ์ การใช้สูตรพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ มีการใช้ประโยชน์อื่นใด การยอมรับความสมเหตุสมผลและการตั้งข้อความการอ้างเหตุผลที่สมเหตุสมผล ทำให้ผู้เรียนสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ (Conjectures) และตรวจสอบดูความสมเหตุสมผล

โปรแกรมจีโอรีเมเตอร์สเกิดแพ็คต่อบทบาทของครูตามแนว Constructivism

การใช้โปรแกรมจีโอรีเมเตอร์สเกิดแพ็คเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนจะเป็นเสมือนหนึ่งการจัดการจัดการเรียนการสอนตามแนว Constructivism เนื่องจากครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่ง มนัส จำอ้อน (2536:17) Biddulp และ Osborne (Osborne อ้างถึงใน มนัส จำอ้อน,2536:17) กล่าวว่า การใช้วิธีสอนเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู (Interactive teaching approach) ด้วยวิธีการสอนแบบนี้ ถือว่าครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นทรัพยากรบุคคล เป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ หรือไม่เคยมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ นั้นมาก่อนหรือเป็นผู้ทำนวยความคิดของนักเรียน นอกจากนี้ Osborne และ Fieyberg (อ้างถึงใน มนัส จำอ้อน,2536:18) ยังกล่าวถึงบทบาทครูตามแนว Constructivism ระบุว่าครูต้องเป็นนักจูงใจ ผู้วินิจฉัย ผู้ชี้แนวทาง ผู้ที่ชอบเปลี่ยนแปลงนักทดลอง และนักวิจัย ซึ่งบทบาทดังกล่าวสอดคล้องกัน นอกจากนี้ครูยังเปรียบเหมือนนักวิจัย ผู้ตอบสนองและในภาวะเดียวกันครูเปรียบเหมือนผู้เรียน การสอนเปรียบเหมือนการประเมินความคิดของนักเรียน การสอนเปรียบเหมือนการจัดการเรียนรู้

การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางตามแนว Constructivism

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอรีเมเตอร์สเกิดแพ็คเป็นเครื่องมือการเรียนการสอน โดยที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางมีอิทธิพลมาจากปรัชญาของทฤษฎี Constructivism ที่ว่า “การเรียนรู้เกิดจากการสร้างความรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ในลักษณะที่มีการตื่นตัว (Active Process)” (มนัส จำอ้อน,2536:21)

การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอาจจะเป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือเป็นการเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

1. การสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

เป็นการสอนที่ให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ หรือควบคุมการก้าวไปตามระดับความสามารถของนักเรียน ซึ่งนักเรียนเป็นผู้กระทำ เป็นการกระทำตามคำสอน ตามตำรา หรือหนังสือแบบเรียน ตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. การเรียนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

เป็นการเรียนที่มีนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้จากการเป็นผู้สร้าง ผู้คิด ผู้ออกแบบ ผู้ค้นคว้า สำรวจ ทดลอง และสร้างตามที่ผู้เรียนคิดและออกแบบนั้น เช่น โครงงาน วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจอร์เมเตอร์สเก็ตต์เป็นการเน้นหา

วิธีการเรียน (Learning method) ให้แก่ผู้เรียน โดยเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้แทนเน้นหาวิธีการสอน (Teaching method) ให้แก่ครู การหาเทคนิคการเรียนแทนวิธีการสอนจะทำให้ให้นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนอย่างมีความตื่นตัว เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น แทนการเป็นผู้รับความรู้ ในขณะที่ครูจะมีบทบาทในการสอนน้อยลง แต่มีบทบาทเป็นผู้ช่วยเหลือแนะนำนักเรียนมากขึ้น ความรู้ไม่ใช่อยู่ที่การอธิบายได้อย่างถูกต้องถึงสิ่งที่ป็นจริง แต่มาจากความถูกต้องของการคาดการณ์ใดๆ ที่มีพื้นฐานมาจากการคาดการณ์ของผู้นั้น บทบาทของครูคือ การจัดสรรสนเทศที่เป็นแนวคิดของปัญหาที่ศึกษา ถามคำถามและจัด สถานการณ์ที่จะให้นักเรียนเกิดความสนใจ ช่วยให้นักเรียนเกิดการมองเห็นและเชื่อมโยงสิ่งที่มองเห็น เข้าสู่ความรู้ที่มีอยู่เดิม แนวคิดแนวนี้จึงเน้นการให้แนวคิดโดยรวมแล้วจึงแยกย่อยออกเป็นแต่ละส่วน กิจกรรมลักษณะนี้ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง และนักเรียนได้รับการสนับสนุนส่งเสริมให้ถามคำถามที่เป็นของตนเอง ทำการทดลองของตนเองโดยได้ข้อสรุปด้วยตนเองโดยบทบาทของครู มีดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนคิด คือ ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดเองเป็น
2. ฝึกให้ค้นคว้า ศึกษาให้ลึกซึ้ง และมีกระบวนการค้นคว้า
3. ฝึกให้บริการสังคม คือ สิ่งที่เราเรียนจะมีคุณค่า เมื่อได้ใช้ความรู้นั้นเป็น

ประโยชน์ต่อสังคม

ครูเป็นภูมิปัญญาที่สำคัญในการพัฒนาให้ผู้เรียนตั้งแต่เล็กๆ ครูต้องเป็นตัวทวีคูณในการนำเด็กเข้าสู่ระบบการเรียนรู้ บทบาทของครูจึงเปลี่ยนไปจากผู้ให้ความรู้ ผู้บอกความรู้ (Telling, Talking) มาเป็นผู้ให้ ให้คิดค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูจึงเปลี่ยนบทบาทจากผู้สอน (Teachers) มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitators) คือ เป็นผู้เตรียมประสบการณ์ สื่อการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพคือ เก่ง มีคุณภาพคือดี และเป็นผู้มีสุขกายและจิตดีคือ สุข กล่าวคือการเป็นประชาชนที่เก่ง ดี มีสุข เป็นประชาชนที่มองกว้าง คิดไกล ใฝ่ดี ซึ่งมาจากการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ดังนั้นจึงสรุปบทบาทของครู Constructivism ว่าเปลี่ยนจากครูเป็นแหล่งให้ความรู้ เป็นแหล่งหนึ่งของความรู้ที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากครู สนับสนุนส่งเสริมนักเรียนให้มีประสบการณ์ที่ท้าทายกับแนวคิดที่นักเรียนมีอยู่เดิม ใช้การตอบสนองของนักเรียนเป็นส่วนในการเรียนเนื้อหาและศึกษาในส่วนนั้น หลังจากให้คำถามนักเรียนไปแล้ว รอเวลาให้นักเรียนได้คิดก่อนใช้คำถามปลายเปิดให้หาคิด สนับสนุนส่งเสริมการอภิปรายที่ต้องใช้ความคิดระหว่างนักเรียน ใช้คำพูดที่เน้นการใช้ความรู้ ความคิด เช่น แยกแยะ วิเคราะห์ และสร้างเมื่อกำหนดขอบข่ายงาน ให้

กำลังใจ และยอมรับความเป็นอิสระ การคิดริเริ่มของนักเรียน ขอมให้ชั้นเรียนมีบรรยากาศที่เป็นกันเอง ไม่อยู่ในสภาพการควบคุมชั้นเรียนที่อึดอัด ขาดอิสระ ใช้ข้อมูลดิบและแหล่งข้อมูลที่รับทางตรง พร้อมกับการลงมือทำและมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อวัสดุจริง ไม่แยกการเรียนรู้ออกจากกระบวนการค้นหา ให้ นักเรียนอธิบายสิ่งที่รู้ให้ชัดเจน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสื่อสารความเข้าใจของตนเองออกมาให้ได้แสดงว่านักเรียนได้เรียนรู้แล้วจริง

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอออร์เมเตอร์สเก็ตแพ็คจะทำให้ นักเรียนมีการพัฒนาตามตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. นักเรียนมีประสบการณ์ตรง
2. นักเรียนฝึกปฏิบัติจนค้นพบความถนัดและวิธีการของตนเอง
3. นักเรียนทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่ม
4. นักเรียนฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างจินตนาการ ตลอดจนได้

แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล

5. นักเรียนได้รับการเสริมแรงให้ค้นหาคำตอบ แก้ปัญหาทั้งด้วยตนเอง และร่วมด้วยช่วยกัน

6. นักเรียนได้ฝึกค้น รวบรวมข้อมูลและสังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเอง

7. นักเรียนเลือกทำกิจกรรมตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเองอย่างมีความสุข

8. นักเรียนฝึกตนเองให้มีวินัยและรับผิดชอบในการทำงาน

9. นักเรียนฝึกประเมิน ปรับปรุงตนเอง และยอมรับผู้อื่น ตลอดจนสนใจใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง

สรุปได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนการสอนของ Constructivism มีการเปลี่ยนแปลงได้แก่ เวลาที่ใช้ไปในการอธิบาย หรือบอก หรือถาม หรือให้นักเรียนตอบจากครู เปลี่ยนเป็นนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดและศึกษา ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดก็เป็นส่วนที่ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนคติต่างๆ แทนการให้นักเรียนจำวิธีคิดจากครู ที่เรียนและครูจะเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้ง 2 ฝ่าย โดยที่ต่างฝ่ายต่างเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ตามทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ผู้เรียนจะมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอน เพราะมีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างผู้เรียนและครู การสอนแนวนี้ทำให้นักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิดเป็นของตนเองเป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีรูปแบบตายตัว นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนการสอนตามแนวทาง Constructivism ซึ่งการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถใช้แนวทางนี้ในการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นโปรแกรมจีโอรีเมเตอร์สเก็ตแพ็คจึงเป็นโปรแกรมที่ส่งเสริมการคิดระดับสูง (Higher order thinking) ซึ่งมีทฤษฎีรองรับหลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการประมวลผลสารสนเทศ (information processing) ได้แก่ การใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบการคิดของมนุษย์ constructivism, cooperative learning (การเรียนรู้แบบร่วมมือ) เช่น แนวทางของ Vigotsky และทฤษฎีอภิปัญญา (Meta cognition) และทฤษฎีการเรียนรู้ (Student Learning theories)

สามารถทำให้การสอนคณิตศาสตร์ตามปกติดีขึ้น ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหา เช่น การแทนฟังก์ชันต่างๆ ได้หลายรูปแบบมุ่งความสนใจไปที่สาระการเรียนรู้ (Concept) ทำให้การสอนเวกเตอร์ การแปลง แคลคูลัส และฟังก์ชันตรีโกณ เป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา (Butler,2003:75)

แนวทางใหม่ในการสอนคณิตศาสตร์นั้นคือการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กระบวนการเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้คำถาม “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า...” (What if question) การเรียนการสอนมีพลวัต (Dynamic) ช่วยให้นักเรียนสร้างภาพหรือมองเห็นภาพในสมอง (visual) เป็นการสอนที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interactive) การเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นสาระการเรียนรู้หลัก มียุทธวิธีการสอนหลายแบบที่สามารถบูรณาการ ICT เข้าสู่หลักสูตร ดังเช่น Interactive class investigation (การสืบเสาะความรู้ในห้องเรียนร่วมกัน), การสาธิตในห้อง (Demonstration)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการใช้ ICT สำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่าส่วนใหญ่ยังเป็นการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยสอน ดังงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการสอนแบบอื่นๆ มีดังนี้

บุษรี ยนต์ดีตระกูล (2530) ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบกับแบบบอกให้รู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 72 คน พบว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูงที่เรียนด้วยวิธีการสอน ต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบค้นพบมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธี การสอนแบบบอกให้รู้ และนักเรียนที่มีระดับสัมฤทธิ์ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มต่ำที่เรียนด้วยการสอนต่างกันมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนต่างกัน โดยกลุ่ม

ตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบอกให้รู้มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบค้นพบ เช่นเดียวกับที่ พิมพ์พร ฟองหล้า (2538:46) ได้ทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีปกติ จำนวน 30 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับที่ กัญญา เลิศสวตดิษฐกุล (2539:28) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ค012 เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 84 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คือกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 42 คน และกลุ่มควบคุมเรียนโดย การสอนปกติ จำนวน 42 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติ

พัชรารัตน์ มีทรัพย์ (2542:32) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.23/81.10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านปัจจัยนำเข้า และด้านกระบวนการว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปรากฏว่านักเรียนมีความสามารถทางวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น สำหรับโปรแกรมจีโอเมตริกสเก็ตแพดได้มีผู้ทำการวิจัยไว้ คือ ภิรมา ชูเรเชียร (2547:34) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตที่เรียนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad (GSP) กับนักเรียนโดยการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad (GSP) และเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้ GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad (GSP) และเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ มีเจต

คดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้ GSP มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

นอกจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นแล้วยังทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและมีวินัย มีความรับผิดชอบในการเรียนดีขึ้น ดังเช่นที่ผู้วิจัยหลายรายได้ทำการวิจัยไว้ ดังนี้

ปริญญา คำใบ (2543:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนท่าบ่อ อำเภوتاบ่อ จังหวัดหนองคาย ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 38 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการสอนซ่อมเสริมมีความก้าวหน้าทางการเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีพฤติกรรมทางการเรียนขณะเรียนด้านความเอาใจใส่ในการเรียน ความมีวินัยในชั้นเรียนและความรับผิดชอบในการเรียนอยู่ในระดับดี ซึ่งผลงานวิจัยนี้สอดคล้องกับที่ นุปผา เชื้อสกุล (2544:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม มีผลการเรียนดีขึ้นโดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 50 เกือบทุกจุดประสงค์ และนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการเรียนและมีวินัยในชั้นเรียนดีมาก มีความรับผิดชอบในการเรียนและงานที่ได้รับมอบหมายสูง

แต่ผลการศึกษาที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ได้ดีไปกว่าการสอนแบบปกติ แต่มีประเด็นอื่นที่นักเรียนได้พัฒนาขึ้น ได้แก่ มีความสนใจในการเรียนมากขึ้น ดังนี้

กฤษฎา ยาใจ (2544:31-32) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทุ่งช้าง อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ในปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน โดยเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน ทำการเก็บข้อมูลโดยกลุ่มทดลองให้เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุม

เรียนปกติใช้เวลาเรียนกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ค่าเฉลี่ยของการเรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ และ ศรธรรม จ๋ามมาตย์ (2544:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสอนวิชาเสริมทักษะคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวชิรวิทย์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ที่กำลังเรียนวิชาเสริมทักษะคณิตศาสตร์ ค 034 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง มีจำนวนนักเรียน 40 คน และห้องเรียนที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม มีจำนวนนักเรียน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิชาเสริมทักษะคณิตศาสตร์ที่เรียนแบบปกติสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ความสนใจในการเรียนของนักเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการตอบแบบสำรวจความสนใจของนักเรียนและที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในการเรียนของนักเรียน ปรากฏว่าความสนใจของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์และผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น มีดังนี้

Oden (1982:85) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนี้กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีสอนแบบบรรยาย เช่นเดียวกับที่ Bennett (1991:62) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของคอมพิวเตอร์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนปรับปรุงการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และมีทัศนคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ดีขึ้น

นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยอีกหลายรายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ดีกว่าดังนี้

Noel Charles Johnson (1986:43) ได้ทำการวิจัยการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนมโนคติทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนของกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติและกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นกราฟฟิคเคลื่อนไหวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.038

Wright (1986:108) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนสำหรับการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม โดยคัดเลือกประชากรจากโรงเรียนในรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีคล้ายคลึงกันมาก กลุ่มตัวอย่างแรกใช้เวลา 6 สัปดาห์ ในการเรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ในช่วงภาคฤดูร้อน อีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม ใช้การสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการสอนแบบเดิมในห้องเรียน

Haynie (1989:67) ได้ศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

Quinteros (1996:64) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การประเมินคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์และสถาปัตยกรรม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 30 คน ผลงานวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับสูง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน

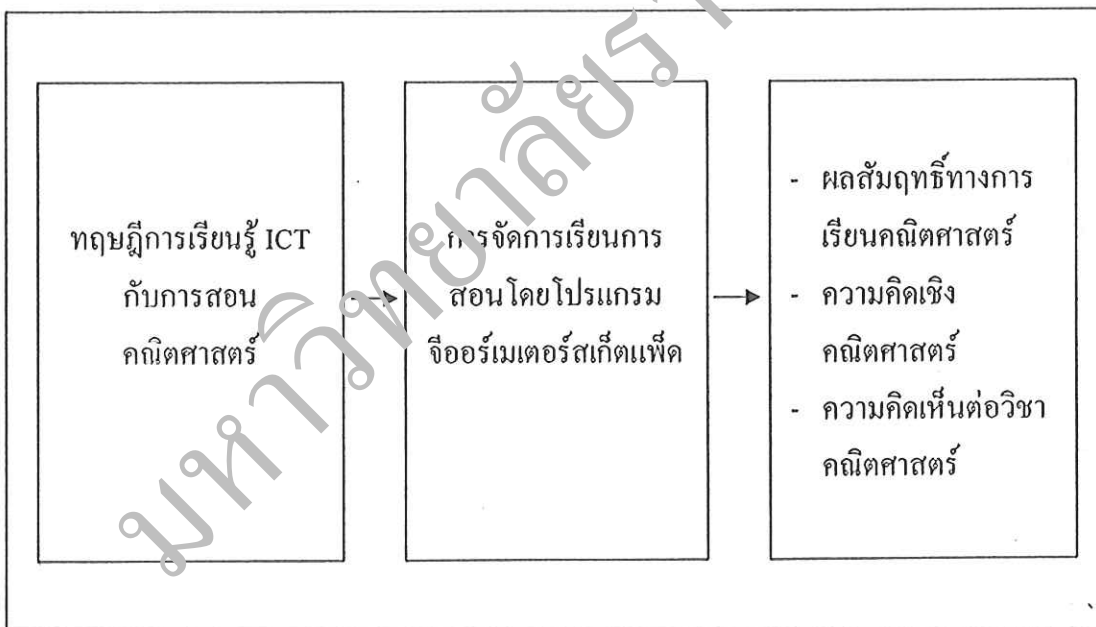
นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยอีกหลายรายทำการวิจัยและให้ผลเช่นเดียวกันคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียน นอกจากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นแล้วยังมีส่วนทำให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น และสามารถเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น

Shirly Anne Wilson (1985:74) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนซ่อมเสริมวิชาพีชคณิต ระดับวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับแรงอันดับของการดำเนินการและเรื่องปัญหาการใช้คำ สามารถผ่านบทเรียนต่างๆ ที่มีเนื้อหา งานองเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว และมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นักเรียนผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรื่องการดำเนินการกับเลขจำนวนเต็มและเร็ว การถอดสัญลักษณ์กลุ่ม สามารถผ่านการทดสอบย่อยประจำบทเรียนได้ง่ายกว่าผู้ที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ Imboden (1986:55) ได้ศึกษาเรื่องผลของการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ Petock (1996:77) ได้ทำการวิจัย เรื่องทฤษฎีพีทาโกรัส โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประสบผลสำเร็จในการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสนใจในวิชาที่เรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าผู้เรียนที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาด้านความสนใจ ความมีวินัย ความรับผิดชอบในการเรียน สำหรับผลการวิจัยในการนำโปรแกรมจีโอเรเตอร์สเก็ตแพ็คมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ

จากความเป็นมาและปัญหาที่กล่าวมาแล้วผนวกกับสาระความรู้ที่ได้จากเอกสารและงานวิจัย การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมจีโอเรเตอร์สเก็ตแพ็คในการทดลองจัดการเรียนการสอนเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผู้เรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความคิดเชิงคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย