

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแยกเป็นหัวข้อดังนี้ ปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ การสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน การพัฒนาซอฟต์แวร์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

แนวความคิดและทฤษฎีการศึกษาที่มีรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มุ่งเน้นให้เด็กเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กได้แสวงหาความรู้และค้นพบสิ่งที่เขาไม่เคยรู้มาก่อนด้วยตนเอง อันจะเป็นการสร้างสมรรถภาพของประชากรของประเทศในอนาคตให้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยเฉพาะการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาบังคับในหลักสูตรการเรียนของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเป็นวิชาที่ใช้เป็นพื้นฐานการเรียนสาขาวิชาต่าง ๆ ในระดับที่สูงขึ้นแต่ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่ายังคงมีปัญหาที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นส่วนมาก สอดคล้องกับ ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535 : 78) กล่าวว่าเกิดจากนักเรียนไม่เข้าใจหลักการและความคิดรวบยอดไม่มีทักษะในการคำนวณ ไม่มีทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ขณะเดียวกัน อนุวัติ กุณแก้ว (2544 : 62) ได้กล่าวไว้ในลักษณะเดียวกันในจดหมายทางการศึกษาว่า ปัญหาคือนักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน นักเรียนไม่มีโอกาสทบทวนหรือสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและนักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

อีกประการหนึ่ง การสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันส่วนมากจะใช้หนังสือ เช่น คู่มือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่งโดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถัดดา ภูเกียรติ (2544) หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่งโดยสุดา รอดเชื้อ (2524) หนังสือวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่งโดยรองศาสตราจารย์ กมล เอกไทยเจริญ (2538) ส่วนสื่อหรือซอฟต์แวร์สำหรับระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ยังไม่พบที่สร้างเป็นภาษาไทยจึงเห็นว่าการเรียนการสอนโดยทั่วไปไม่ได้ส่งเสริมผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากนักและยังขาดแคลนเทคโนโลยีที่จะสามารถช่วยให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535 : 5) ได้เสนอแนะขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วมาเป็นพื้นฐานในการหาความรู้กับบทเรียนที่กำลังจะสอน
2. ขั้นเสนอเนื้อหาใหม่เป็นขั้นเรียนรู้เนื้อหาใหม่ซึ่งควรเริ่มจาก
 - 2.1 การใช้ของจริง เป็นการพยายามนำสิ่งที่เป็นรูปธรรมมาจัดประสบการณ์ให้สามารถสรุปเป็นนามธรรมได้
 - 2.2 การใช้รูปภาพของจำลองและสื่อต่าง ๆ โดยครูเปลี่ยนเครื่องช่วยคิดจากของจริงมาเป็นรูปธรรม หรือของจำลองและสื่อต่าง ๆ
 - 2.3 การใช้สัญลักษณ์ หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้การใช้ของจริง รูปภาพจำลอง และสื่อต่าง ๆ แล้วโดยครูจะเป็นผู้อธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น
3. ขั้นสรุปหลักการคิดค้น เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหาวิธีการคิดที่เร็วกว่าการคิดปกติในรูปสูตร ทฤษฎี หรือกฎ เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ในครั้งต่อไป
4. ขั้นฝึกทักษะการคำนวณ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีหลักการคิดค้นแล้ว นักเรียนก็สามารถนำสูตร ทฤษฎี หรือกฎที่สรุป มาฝึกทักษะการคิดคำนวณตัวเลขเพื่อให้เกิดการคิดเลขเร็วซึ่งสามารถฝึกทักษะจากแบบฝึกหัดจากบทเรียน
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องเป็นขั้นที่โยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา หรือกิจกรรมที่มักประสบในชีวิตประจำวัน
6. การประเมินผล คือการตรวจสอบความรู้ความสามารถของนักเรียนว่าบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่โดยกระบวนการเรียนการสอนจะต้องสอดคล้องกันทุกขั้นตอน

ปัจจุบันมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาเสนอความคิดเห็นไว้ เช่น ศิริวรรณ ศรีพงษ์พันธุ์ (2538 : 13-14) มีแนวทางการใช้ 5 แนวทางด้วยกัน คือ ใช้ในการสอนซ่อมเสริม การสอนรายบุคคล คณิตศาสตร์นันทนาการ การสอนวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์

1. การสอนซ่อมเสริม ครูใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาใช้ในการฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ โดยโปรแกรมที่นำมาใช้ในการสอนซ่อมเสริมนี้ไม่ควรจะเป็น โปรแกรมที่จำกัดอยู่เพียงแต่บอกให้นักเรียนทราบว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิดเท่านั้น แต่ควรจะเป็นโปรแกรมที่สามารถบ่งชี้ถึงข้อผิดพลาดของคำตอบ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางหรือให้ข้อเสนอแนะเมื่อนักเรียนตอบผิดเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

2. การสอนรายบุคคล การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคลไม่ได้มีเจตนาที่จะนำคอมพิวเตอร์มาสอนแทนครูแต่ประการใด เพราะครูเป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอนที่ไม่อาจหาสิ่งใดมาทดแทนได้ โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องมีการวางแผนการใช้ให้ผสมผสานกับ โปรแกรมการเรียนการสอนให้ดี ครูอาจจะใช้ในการสอนเสริมการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติเฉพาะหัวข้อที่นักเรียนไม่ได้มาเรียน ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลจากคอมพิวเตอร์ ลักษณะในการสอนรายบุคคลนี้ควรจะเป็น โปรแกรมที่มีลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาที่รัดกุมตลอดจนชี้แนะแนวทางการประยุกต์ไว้ด้วย

3. คณิตศาสตร์นันทนาการ ปัจจุบันมีโปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเล่นเกมอยู่มากมายในท้องตลาด มีทั้งเกมคณิตศาสตร์และที่ไม่ใช่ทางคณิตศาสตร์ ถ้าครูรู้จักเลือกเกมที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดคำนวณ การคิดหาเหตุผลหรือตรรกศาสตร์ที่มีระดับที่เหมาะสมกับนักเรียน นักเรียนก็อาจจะมีโอกาสได้ฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ตลอดจนเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนการสอนอีกทางหนึ่ง

4. การสอนวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ แนวคิดที่น่าสนใจและเป็นไปได้อีกแนวหนึ่งคือ การสอนให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา โดยทางโรงเรียนอาจจะเปิดสอนวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์เป็นวิชาเลือกขึ้นในโรงเรียน วิชาดังกล่าวควรมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมและขยายความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่มีการสอนอยู่ในชั้นเรียนตามปกติ โดยครูจัดหาโจทย์ปัญหาหลาย ๆ แบบที่มีลักษณะท้าทายความสามารถให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อวางแผนการเขียน โปรแกรมสำหรับการสั่งงานคอมพิวเตอร์หรือแบ่งกลุ่มนักเรียนให้ทำรายงานหรือโครงการเกี่ยวกับการเขียน โปรแกรมก็ได้

5. คอมพิวเตอร์ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ การที่จะผสมผสานการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยไม่เปิดสอนเป็นวิชาเลือกนั้น เราจำเป็นต้องจัดให้มีการสอนภาษาคอมพิวเตอร์และการเขียน โปรแกรมในช่วงสัปดาห์แรก ๆ ของการเรียนในภาคเรียนนั้น ๆ ซึ่งต้องจำกัดขอบเขตเนื้อหาให้มีลักษณะที่ผสมผสานเข้ากันกับหลักสูตรคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กเกิดความเข้าใจความคิดรวบยอดหลักการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้กระบวนการเขียนโปรแกรมสื่อที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และผลพลอยได้ก็คือนักเรียนมีพื้นฐานทางด้านการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่อาจจะศึกษาต่อไปได้ในระดับสูง

การวิจัยนี้มีลักษณะที่แตกต่างกับนักการศึกษาที่ได้กล่าวในข้างต้นคือนักเรียนจะต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการเรียนที่ไม่ใช่การนำมาใช้ในการสอนเสริมในรายวิชา ไม่ใช่การเสริมความรู้ด้วยการเล่นเกมกับคอมพิวเตอร์หรือการเขียน โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ แต่นักเรียนจะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วย

การเรียนรู้กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อไรก็ได้ตามความต้องการที่จะเรียน

การพัฒนาซอฟต์แวร์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Technology Assisted Instruction หรือ CTAI) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสอน “ วิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ” ซึ่งมีคุณสมบัติ 10 ประการและอยู่ในรูปของแผ่นซีดี (compact disk) ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ด้วยตนเองด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อใดก็ได้ตามความสะดวกของผู้เรียน

โดยทั่วไปเรารู้กันว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูสอน แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเองก็จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ถ่ายทอดวิชาแทนครู (ผดุง อารยะวิญญู, 2527 : 41) ตลอดทั้งมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยการนำส่วนประกอบของการเรียนการสอน เช่น แบบฝึกหัดและการทดสอบ ซึ่งมักเรียกว่า คอร์สแวร์ (courseware) มาใส่ไว้ ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาวิชาซึ่งในปัจจุบันจะอยู่ในรูปตัวหนังสือและกราฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลป้อนกลับให้แก่นักเรียน จากบทความของ ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) กล่าวว่าวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถจะช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนมีการตอบสนองในระหว่างที่เรียนอยู่และสามารถป้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมา หรือสามารถให้การฝึกฝนแก่นักเรียนแต่เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยนี้จะมีคุณสมบัติและความสามารถดังนี้

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถที่จะเลือกเรียนบทเรียนได้ตามความสนใจเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการเรียนและตรงกับความต้องการด้านเนื้อหาที่ต้องการเรียน
2. การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมใช้วิธีการเรียนตามแบบของอาร์มสตรองและคนอื่น ๆ ผสมผสานกับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของ เมเกอร์
3. กระบวนการสอนใช้ตัวแบบการสอนแนวทฤษฎีการเรียนรู้ของ สกินเนอร์ เพราะเป็นตัวแบบที่ให้ความสำคัญในการเสริมแรงและการฝึกทำซ้ำ ๆ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สร้างความประทับใจระหว่างเรียนได้ดีในการเรียนที่ใช้เวลาไม่มาก
4. ออกแบบหน้าจอด้วยหลักการต่อประสานระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้หลักการสำคัญ คือ

4.1 ปุ่มสัญลักษณ์สามารถบอกได้ว่ามีภาระงานประเภทใด แสดงสถานะพร้อมในการทำงานโดยการเปลี่ยนสีของปุ่มสัญลักษณ์ ขั้นตอนการเลือกไม่ซับซ้อน เพราะนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีระดับความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ไม่มากนัก

4.2 การจัดระยะห่างของตัวอักษรระหว่างบรรทัด ระยะห่างระหว่างตัวอักษร
เหมาะสมในการแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถอ่านข้อความต่าง ๆ ได้ง่าย

4.3 ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวใช้สีในกลุ่มของโทนเย็น เช่น สีฟ้า
สีเขียว เป็นหลักเพื่อความสบายตาขณะใช้เรียนกับคอมพิวเตอร์

5. คุณลักษณะของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ใน
การเรียนสูงขึ้นและสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถสร้าง
การยอมรับต่อนักเรียนในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จะเน้นการเรียนที่ผู้เรียนจะสามารถ
เรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่จำกัดช่วงเวลา แต่ครูสามารถนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปช่วย
สอนในห้องได้ นอกจากนี้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาในการวิจัยนี้จะสามารถใช้เป็น
แนวทางศึกษาในการผลิตบทเรียนในสาขาวิชาอื่น ๆ ในรูปแบบเดียวกันได้ต่อไป งานวิจัยนี้ได้
กำหนดคุณลักษณะ (specifications) ของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระดับประถมศึกษาปีที่ 6
เพื่อใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
ปีที่ 6 ดังนี้

5.1 สร้างขึ้นตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ

5.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของอาร์มสตรองและคนอื่น ๆ
(Armstrong et al, 1962) ผสมผสานกับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของเมเกอร์
(Mager, 1962) กล่าวคือการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของอาร์มสตรองและคนอื่น ๆ มีส่วน
ประกอบ 4 ส่วนคือ 1) ผู้กระทำหรือนักเรียน 2) คำที่ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ 3) สิ่งที่ครูสอน
ให้นักเรียน (เนื้อหาและวิธีการ) เสร็จสิ้นไปแล้ว 4) วิธีการวัดผลการเรียนรู้ (พฤติกรรม) ของ
นักเรียนอย่างมีระบบการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของเมเกอร์มีส่วนประกอบ 3 ส่วน
ดังนี้ 1) สถานการณ์หรือเงื่อนไข หมายถึง ข้อความที่กำหนดความต้องการของสถานการณ์หรือ
เงื่อนไขที่จำเป็นในการวัดผลการกระทำนั้นซึ่งประกอบด้วย ปัญหาหรือโจทย์ เครื่องมือหรือสิ่งที่
กำหนดไว้ วิธีการกระทำในการวัดผลเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งกำหนดให้กระทำ 2) พฤติกรรมของ
ผู้เรียน หมายถึง คำที่แสดงออกของพฤติกรรมที่ผู้เรียนกระทำภายหลังการเรียนสิ้นสุดลงแล้ว หรือ
ระหว่างการทดสอบการเรียนรู้ 3) เกณฑ์ หมายถึง ข้อความที่ระบุหรือเกณฑ์ที่จะยอมรับว่า
การกระทำนั้นเป็นที่พอใจของผู้กำหนดวัตถุประสงค์และผู้เรียนทุกคนควรทำได้

ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการวิจัยนี้ในลักษณะผสมผสาน
ระหว่างการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของอาร์มสตรองและคนอื่น ๆ กับการกำหนด
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของเมเกอร์ ดังนี้

- 5.2.1 สถานการณ์หรือเงื่อนไข (เมเจอร์)
- 5.2.2 พฤติกรรมของผู้เรียน (เมเจอร์)
- 5.2.3 วิธีการวัดผลการเรียนรู้ (อาร์มสตรองและคนอื่น ๆ)
- 5.2.4 เกณฑ์ (เมเจอร์)

เนื่องจากการกำหนดแบบของอาร์มสตรองและคนอื่น ๆ กับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของเมเจอร์สามารถที่จะบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าเงื่อนไขที่กำหนดนั้นคืออะไร พฤติกรรมที่ผู้เรียนจะกระทำภายหลังการเรียนสิ้นสุดลงและมีวิธีการวัดผลการเรียนรู้ได้อย่างไร โดยวิธีการที่กำหนดนั้นเป็นที่พอใจของผู้กำหนดวัตถุประสงค์และผู้เรียนควรทำได้ เช่น “เมื่อกำหนดโจทย์การบวกและการลบเศษส่วนให้ 10 ข้อ ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้ ซึ่งวัดผลโดยการทำแบบวัดผลการเรียนถูกต้องไม่น้อยกว่า 8 ใน 10 ข้อ “ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้เมื่อแยกตามองค์ประกอบของการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการวิจัยนี้ได้แก่

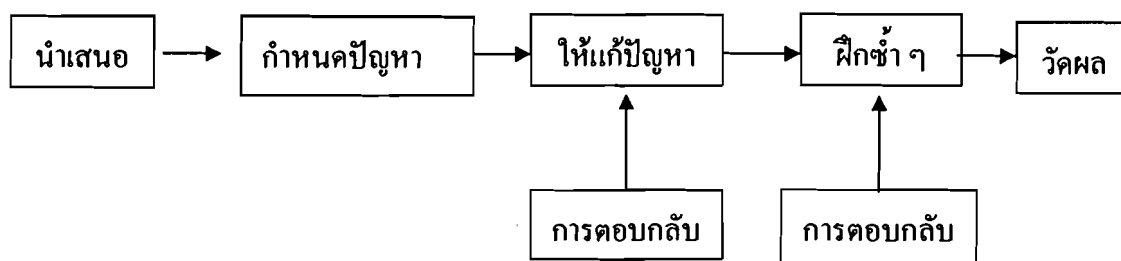
สถานการณ์หรือเงื่อนไข (เมเจอร์) : เมื่อกำหนดโจทย์การบวกและการลบเศษส่วนให้ 10 ข้อ

พฤติกรรมของผู้เรียน (เมเจอร์) : ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้

วิธีการวัดผลการเรียนรู้ (อาร์มสตรองและคนอื่น ๆ) : ซึ่งวัดผลโดยการทำแบบวัดผลการเรียน

เกณฑ์ (เมเจอร์) : ถูกต้องไม่น้อยกว่า 8 ใน 10 ข้อ

5.3 กระบวนการสอนใช้ตัวแบบการสอนแนวทฤษฎีการเรียนรู้ของ สกินเนอร์
เสนอโดยกอร์แมน (Gorman, 1974 : 410 - 437) ซึ่งมีขั้นตอนตามภาพที่ 1 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 ตัวแบบการสอนแนวทฤษฎีการเรียนรู้ของ สกินเนอร์

ตัวแบบการสอนนี้มีแนวทางในการประยุกต์ใช้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอ คือ ขั้นของการปูพื้นความรู้หรือเนื้อหาที่จำเป็นให้นักเรียนภายหลังจากที่ครูกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนไว้อย่างชัดเจนแล้ว

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา คือ ขั้นที่ครูจะยกปัญหาขึ้นมาให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยวิธีใช้คำถามหรือเสนออุปกรณ์ที่เป็นปัญหาขึ้น โดยต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสอน

ขั้นที่ 3 ให้แก้ปัญหา คือ ขั้นที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบสนองต่อปัญหานั้น กล่าวคือเป็นการตั้งคำถามให้และให้ผู้เรียนตอบ ซึ่งในการแก้ปัญหานี้จะใช้เทคนิคการเสริมแรงเป็นเครื่องมือในการตอบกลับ แจ้งผลการแก้ปัญหานักเรียนคือการบอกให้รู้ว่าเขาทำได้ดีเพียงใดหรือบกพร่องอะไร

ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ ๆ คือ ขั้นที่ครูจะยกปัญหาที่คล้ายคลึงกันขึ้นมาใหม่และให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการเดิมให้แม่นยำมีประสิทธิภาพโดยการเสริมแรงเป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการสอนและตอบกลับให้รู้ว่าเขาแก้ปัญหาได้ดีเพียงใด จำเป็นต้องฝึกต่อไปหรือไม่ขั้นตอนนี้จะดำเนินจนกว่าครูจะพอใจ

ขั้นที่ 5 วัดผล คือ ขั้นที่ครูตรวจสอบดูว่านักเรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนที่ครูกำหนดไว้หรือไม่

การนำเสนอใช้บางขั้นตอนของการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สอวทศ) ศิริโรตมานนท์, 2538 : 18) ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตนเอง โดยในการวิจัยนี้ใช้การนำเสนอที่มีขั้นตอนที่ประกอบไปด้วย การนำสิ่งที่ป็นรูปธรรมนำมาสรุปเป็นนามธรรมและการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งที่ป็นนามธรรม

5.4 การประเมินความรู้หลังการเรียนแต่ละบทเรียนใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการกระทำต่าง ๆ ภายหลังการสอนตามที่ได้บรรยายไว้ในวัตถุประสงค์ของการสอนในการเรียนแต่ละครั้งเมื่อจบบทเรียนหนึ่ง ๆ นักเรียนแต่ละคนต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อที่จะให้รู้ว่าเขาประสบความสำเร็จในการเรียนมากน้อยเพียงใดก่อนเรียนในเรื่องต่อไป ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของตัวแบบการสอนที่เสนอโดยดีเซคโคและคราวฟอร์ด (DeCecco and Crawford, 1974 อ้างถึงใน จารึกชุกติติกุล, 2546 : 101) ตัวแบบการสอนของดีเซคโคและคราวฟอร์ด มีพื้นฐานอยู่ 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2 ดังนี้

3) ใช้ภาวะที่ลดความขัดแย้งในการเรียน โดยอาศัยการฝึกให้จดจำวิธีต่าง ๆ เป็นขั้น ๆ

4) ดำเนินการวัดผลการกระทำ คือ ขั้นที่ผู้สอนจะกำหนดกรรมวิธีต่าง ๆ ในการวัดผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสอนเพื่อตรวจผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้วัดผลหลังการเรียนและทราบผลการประเมินผลการเรียนแต่ละบทได้ทันที

5.5 บทเรียนและข้อความที่ใช้จะเป็นตัวอักษรภาษาไทย ตัวเลขเป็นตัวเลขอารบิก

5.6 มีคำแนะนำวิธีการใช้งานอย่างละเอียดซึ่งประกอบด้วย วิธีการใช้บทเรียน วิธีการแก้ไขเมื่อบทเรียนมีการทำงานไม่สมบูรณ์ ซึ่งสามารถจะเรียกใช้ได้จากรายการหลัก (menu) เพื่อแก้ปัญหาค้างที่ นีลเซน (Nielsen, 1994 : 25-26) กล่าวว่าไว้ว่าการป้องกันความผิดพลาดในการใช้ควรมีการให้ความช่วยเหลือทั้งที่เป็นเอกสาร หรือข้อความ

5.7 ใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ที่มีองค์ประกอบของสีต่าง ๆ เพื่อสร้างความเหมือนจริงและสร้างแรงดึงดูดใจ (สมชัย ชินะตระกูล, 2547 : 22) ซึ่งเป็นส่วนที่สนับสนุนการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงเพื่อการโต้ตอบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่านั้น

5.8 การอำนวยความสะดวก ใช้สัญลักษณ์ (icon) ที่มีอักษรภาษาไทยแสดงประกอบปุ่มสัญลักษณ์เพื่อบอกลักษณะการทำงาน การแสดงความพร้อมของปุ่มสัญลักษณ์โดยการเปลี่ยนสีของปุ่มสัญลักษณ์เมื่อตัวชี้ตำแหน่งเลื่อนอยู่เหนือปุ่มสัญลักษณ์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบว่าแต่ละปุ่มสัญลักษณ์มีหน้าที่การทำงานอย่างไรและเตือนสถานะความพร้อมในการทำงานซึ่งจะช่วยให้สะดวกในการใช้งาน

5.9 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครื่องมือขั้นต่ำที่จะใช้ได้ กำหนดไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครื่องมือขั้นต่ำที่จะใช้ได้

ส่วนประกอบ (component)	อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครื่องมือขั้นต่ำที่จะใช้ได้
หน่วยประมวลผล (processor)	ตั้งแต่ เพนเทียม (Pentium) 133 MHz ขึ้นไป
หน่วยความจำ (memory)	64 MB ขึ้นไป
หน่วยขับ (drive)	ซีดีรอม ความเร็วในการอ่านข้อมูล 32X ขึ้นไป
แผ่นวงจรเสียง (sound card)	ทุกประเภท
ระบบปฏิบัติการ (operating system)	วินโดวส์ 98 , ME, XP

5.10 ผ่านการทดสอบการยอมรับของผู้ใช้แบบเบต้า คือการทดสอบโดยใช้ข้อมูลจริงในสภาวะการทำงานของผู้ใช้ โดยผู้พัฒนาจะไม่เข้าไปดูแลแต่มีการซักซ้อมความเข้าใจการแก้ปัญหาไว้ให้ เพื่อการยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างการใช้งานจริง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยทั่วไปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนแต่ละวิชาซึ่งวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทัศน โชติพฤติพงษ์, 2535 : 22) สำหรับ อุตุมพร เกรือคนโท (2540 : 11) กล่าวสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกันและต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาแสดงออกในรูปของความสำเร็จซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้นิยามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยนี้ไว้ในหน้าที่ 4 ว่าหมายถึง คะแนนของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ของการสอนในบทเรียนของการวิจัยนี้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบว่านักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้โดยสอดคล้องกับหลักสูตรหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ล้วน สายยศ และ อังสนา สายยศ (2531 : 146) ให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อความให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและคืนสอให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทนี้ได้เป็น 2 พวก คือ

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ที่ถามเกี่ยวกับความรู้ ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบนบกพร่องส่วนใด หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ซึ่งอยู่ที่ความต้องการของครู

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวแบบทดสอบของครูโดยคำถามมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในบทเรียนที่ดำเนินการทดลองบทที่ 1 เนื้อหาเรื่องการบวก

การลบเศษส่วนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ตามวิธีเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของอาร์มสตรองและคนอื่น ๆ ตลอดจนทั้งผสมผสานกับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบของเมเกอร์ ซึ่งมีทั้งหมด 10 ข้อ แล้วนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยกล่าวไว้ในส่วนของการสร้างเครื่องมือหน้า 21 ส่วนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิจัยนี้อยู่ใน ภาคผนวก ก

การยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยนี้ เป็นการประเมินการยอมรับของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในเรื่องของการยอมรับ เบนยอนและคณะ (Benyon et al., 2005 : 60) กล่าวถึงองค์ประกอบของการยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ความสะดวกในการใช้ ใช้งานและเหมาะสมกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ในด้านอายุ ระดับการศึกษา
2. ความมีประโยชน์จากผลที่ได้รับ การที่ผู้ใช้ยอมรับในด้านความรู้สึกว่าสิ่งนั้นดีกว่ามีประโยชน์มากกว่าสิ่งที่มีอยู่เดิมหรือมีสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่
3. ความชอบเมื่อใช้งาน ที่เกิดจากการเกิดความสนใจและมีพฤติกรรมสนองตอบด้วยความเต็มใจหรือการแสดงความคาดหวังออกมาให้สังเกตได้

เนื่องจากการสร้างการยอมรับของผู้ใช้ที่มีต่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนในประเภทรบบสื่อหลายแบบ (multimedia) จึงต้องมีการประเมินความเหมาะสมต่อประสาทสัมผัส ซึ่ง ฉัฐชา เดชดำรง (2547) ได้กล่าวได้ว่าองค์ประกอบที่เหมาะสมในการออกแบบหน้าจอภาพเพื่อแสดงผลเป็นการแสดงให้ผู้เรียนรับรู้จากการมอง การได้ยิน ซึ่งเป็นลักษณะองค์ประกอบทางด้านกายภาพที่เป็นส่วนต่อประสานระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งควรจะมีองค์ประกอบดังนี้

1. ความเหมาะสมในการมอง เป็นการกำหนดส่วนประกอบการนำเสนอทางจอภาพ เช่น ระยะห่างของตัวอักษรระหว่างบรรทัด ระยะห่างระหว่างตัวอักษร การกำหนดข้อความให้อ่านง่ายมีความแตกต่างกับสีพื้นหลัง ความชัดเจนของตัวอักษร
2. ความชัดเจนของปุ่มสัญญาณ โดยการใช้ปุ่มสัญญาณที่มีข้อความแสดงให้เห็นชัดเจนและแสดงความแตกต่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบข้อมูลก่อนที่จะตัดสินใจเลือกเส้นทางการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการเข้าสู่เนื้อหาแต่ละบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว

จารีก ชุกติศกุล (2542 : 14) ได้กล่าวเกี่ยวกับการยอมรับในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อาจจะใช้การทดสอบแบบเบต้า (beta testing) ซึ่งหมายถึง การทดสอบโดยใช้ข้อมูลจริงในสภาวะการทำงานของผู้ใช้ โดยผู้พัฒนาจะไม่เข้าไปดูแลแต่มีการซักซ้อมความเข้าใจในการแก้ปัญหาไว้ให้เพื่อต่อการยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างการใช้งานจริง

โดยอาศัยแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยจึงเลือกประเด็นเพื่อสร้างคำถามประเมินการยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ดังต่อไปนี้

1. ความสะดวกในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์
2. ความมีประโยชน์ของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์
3. ความชอบเมื่อใช้เรียน
4. ความเหมาะสมต่อประสาทสัมผัส

ผู้วิจัยนำองค์ประกอบการยอมรับของการยอมรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวมาใช้ในการกำหนดลักษณะคำถามการยอมรับดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประเภทขององค์ประกอบการยอมรับและลักษณะคำถามการยอมรับ

ประเภทขององค์ประกอบการยอมรับ	ลักษณะคำถาม
1. ความสะดวกในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์	1.1 เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แบบนี้สามารถใช้ได้ด้วยตนเอง 1.2 การเรียนคณิตศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้จะเรียนที่ไหน เวลาใด ก็ได้ 1.3 ปุ่มต่าง ๆ ที่ใช้กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สอนคณิตศาสตร์สามารถจดจำการใช้งานได้ง่าย 1.4 เมื่อเห็นหน้าจอเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สอนคณิตศาสตร์ สามารถรู้ได้ทันทีว่ามีลำดับการเลือกปุ่มใดก่อนหรือหลัง 1.5 ปุ่มทำงานแต่ละปุ่มสามารถทำได้ถูกต้องทุกครั้ง
2. ความมีประโยชน์ของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์	2.1 ควรจะพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาอื่น ๆ ด้วย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ประเภทขององค์ประกอบ การยอมรับ	ลักษณะคำถาม
3. ความชอบเมื่อใช้เรียน	2.2 การเรียนด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สอนคณิตศาสตร์ชุดนี้ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดี 2.3 คนอื่นควรจะได้เรียนคณิตศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3.1 นักเรียนรู้สึกชอบเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ใช้เรียน 3.2 เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ทำให้เรียนสนุก 3.3 นักเรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สอนคณิตศาสตร์
4. ความเหมาะสมต่อประสาทสัมผัส	4.1 รูปแบบและสีตัวหนังสือบนหน้าจอเหมาะสม 4.2 สีของสิ่งต่าง ๆ บนหน้าจอสวยงาม 4.3 เสียงบรรยายชัดเจน