

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบทักษะการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเลือก ลำดับขั้นในการฝึกเอง และแบบฝึกตามลำดับขั้นที่กำหนดให้ ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 7 ส่วน โดยเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. บทนำ
2. การฝึกทักษะการคิดคำนวณกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของทักษะและทักษะการคิดคำนวณ
 - 2.2 ความสำคัญของการฝึกทักษะการคิดคำนวณที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.3 จุดประสงค์ในการฝึกทักษะการคิดคำนวณ
 - 2.4 ขั้นตอนของการเรียนให้เกิดทักษะ
 - 2.5 แนวทฤษฎีของรูปแบบการสอนการฝึกทักษะ
 - 2.6 ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อปริมาณของการฝึกทักษะ
 - 2.7 หลักในการฝึกทักษะการคิดคำนวณ
 - 2.8 ประโยชน์ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณ
 - 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะการคิดคำนวณ
3. หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กับการพัฒนาทักษะการคูณ
 - 3.1 จุดประสงค์ของการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.2 โครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์

- 3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 3.4 การแบ่งเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตามลักษณะทักษะที่ต้องฝึก
 - 3.5 เนื้อหาเรื่องการคูณระดับประถมศึกษา
 - 3.6 ความหมายของทักษะการคูณ
 - 3.7 ความสำคัญของการคูณ
 - 3.8 วิธีสอนเรื่องการคูณ
 - 3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องในการคูณของนักเรียน
 - 3.10 แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคูณ
4. การพัฒนาทักษะการคูณโดยใช้เทคนิคการคูณเลขเร็ว
 - 4.1 จุดประสงค์ของการสอนเทคนิคการคูณเลขเร็ว
 - 4.2 การจัดกิจกรรมการสอนเทคนิคการคูณเลขเร็ว
5. ลำดับขั้นการเรียนรู้
 - 5.1 ความหมายของการวิเคราะห์งาน
 - 5.2 ความหมายของลำดับขั้นการเรียนรู้
 - 5.3 รูปแบบของการสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้
 - 5.4 คุณลักษณะที่สำคัญของลำดับขั้นการเรียนรู้
 - 5.5 ประโยชน์ของลำดับขั้นการเรียนรู้
6. เสรีภาพกับการเรียนการสอน
 - 6.1 การจัดการศึกษาที่คำนึงถึงคุณค่าของความเป็นมนุษย์ตามทฤษฎีมานุษยนิยม
 - 6.2 นักจิตวิทยา มานุษยนิยมที่มีอิทธิพลต่อการให้เสรีภาพในการเรียน
 - 6.3 การประยุกต์แนวความคิดของทฤษฎีมานุษยนิยมมาใช้ในการเรียนการสอน
 - 6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เสรีภาพในการเรียน

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- 7.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 7.2 ลักษณะและโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 7.3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 7.4 หลักการประเมินผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 7.5 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 7.6 ข้อจำกัดบางประการเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 7.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชา
คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

บทนำ

การฝึกเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณมีบทบาทสำคัญยิ่งในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะ การฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้นโดยมีต้องอาศัยการท่องจำ มีความชำนาญ คล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วในการคิดคำนวณ หรือแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ (น้อมศรีเศท, 2535) และทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในการคิดคำนวณ (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2535) สามารถที่จะเรียนรู้ในเรื่องใหม่ ๆ ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว โดยมีต้องกังวลกับปัญหาด้านการคิดคำนวณ อันจะส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ได้ในที่สุด

แต่จากในทางการปฏิบัติที่ผ่านมาจะพบว่า การฝึกทักษะจะประสบกับปัญหาที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1) ครูมิได้ให้ความสำคัญกับการฝึกทักษะเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะคิดว่าการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จะเป็นการเพิ่มภาระให้แก่ตนเองประกอกับครูมีงานการสอน และงานอื่น ๆ ที่จะต้องรับผิดชอบเป็นจำนวนมาก จึงได้ให้ความสำคัญแก่การฝึกทักษะน้อยลง (สุดา จิตต์นะ, 2533) 2) ครูขาดความรู้ ความเข้าใจในหลักการและวิธีการฝึกทักษะที่ถูกต้อง โดยมักคิดว่าการให้นักเรียนท่องจำในสิ่งที่ครูสอนเป็นวิธีฝึกที่ดีและสะดวกที่สุด จึงชอบฝึกให้นักเรียนจดจำจากตัวอย่างที่ครูให้ไปใช้

ทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าจะนำความรู้ที่เรียนไปใช้ได้อย่างไร และมักจะให้นักเรียนฝึกหัดในเวลาที่ไม่เหมาะสม โดยให้ผู้เรียนฝึกฝนซ้ำ ๆ กันในขณะที่ยังไม่เข้าใจแนวทางการดำเนินการจึงทำให้ผู้เรียนมีแนวทางดำเนินการที่ไม่ถูกต้อง ต้องกระทำในสิ่งที่ผิดนั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า อันเป็นผลทำให้เกิดความเคยชินจนไม่สามารถแก้ไขได้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526) และ 3) ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการฝึกทักษะที่ดึงดูดความสนใจ และตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการฝึกทักษะ ดังนั้นวิธีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ก็คือ ครูควรศึกษาให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและวิธีการฝึกทักษะที่ถูกต้อง เพื่อจะได้ทราบถึงความสำคัญของการฝึกทักษะ และทำให้การฝึกทักษะนั้นเป็นสิ่งที่มีความหมายแก่นักเรียนอย่างแท้จริง และที่สำคัญคือ ครูควรจัดหากิจกรรมการฝึกทักษะที่แปลกใหม่ น่าสนใจ มาใช้ในการฝึกทักษะอยู่เสมอ เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากเรียน และมีความสนุกสนานเพลิดเพลินกับการฝึกทักษะนั้น

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการฝึกทักษะ การคิดคำนวณ จึงเป็นวิธีการหนึ่งในการจัดกิจกรรมการฝึกทักษะที่ได้นำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาช่วยในการจัดกิจกรรมการฝึกทักษะให้น่าสนใจ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการฝึกทักษะการคูณขึ้น และนำมาทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการฝึกทักษะ 2 แบบ ด้วยกัน คือ แบบให้นักเรียนเลือกลำดับขั้นในการฝึกเอง และแบบให้นักเรียนฝึกตามลำดับขั้นที่กำหนดให้ เพื่อให้ได้วิธีการฝึกทักษะที่มีประสิทธิภาพต่อไป

การฝึกทักษะการคิดคำนวณกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของทักษะและทักษะการคิดคำนวณ

คำว่าทักษะ (skill) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้มากมายดังนี้คือ

สุรชัย ขวัญเมือง (2522) กล่าวว่า ทักษะ หมายถึง ความสามารถที่จะกระทำสิ่งหนึ่งด้วยความชำนาญ คล่องแคล่ว ว่องไว โดยที่ผู้ปฏิบัติไม่ต้องเสียเวลา คิด หรือเตรียมตัว

Garison (1972 อ้างถึงใน ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2521) ได้ อธิบายความหมายของทักษะว่า เป็นแบบของพฤติกรรมที่กระทำไปด้วยความราบเรียบ รวดเร็ว แม่นยำ ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาความสามารถของตน

Klausmeior and Ripple (1971 อ้างถึงใน ปริยาพร วงศ์- อนุตรโรจน์, 2521) ได้ให้ความหมายของทักษะว่า ทักษะเป็นระดับความคล่องแคล่ว ในการประกอบกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องตามลำดับ ผู้ที่มี ความสามารถทางทักษะสูงจะมีลักษณะดังนี้คือ

- ก. สามารถประกอบกิจกรรมนั้น ๆ ให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีความตั้งใจในการกระทำนั้นแต่เพียงน้อยก็ตาม
- ข. สามารถแยกแยะ และมองเห็นแนวทางที่จะทำได้ดีกว่าเดิม
- ค. สามารถรู้ผล และตรวจสอบความถูกต้องได้รวดเร็วและไม่ผิดพลาด

ง. ทำได้รวดเร็วและมีการประสานงานกันดี

จ. มีความคงที่ ทำได้สม่ำเสมอ แม้จะอยู่ในภาวะแวดล้อมต่างกัน

Jarolimek and Foster (1989) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะเป็นการ กระทำทางกายภาพและ/หรือการใช้กระบวนการทางสติปัญญาในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่ง ใดได้ซ้ำ ๆ กัน ด้วยความคล่องแคล่วและชำนาญ อย่างสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นลักษณะที่สำคัญของความหมายของคำว่า ทักษะ จึงมีอยู่ 3 ประการด้วยกัน คือ

- 1) มีความคล่องแคล่ว หรือชำนาญ (Proficiency) ซึ่งสามารถ วัดได้จากการเปรียบเทียบการกระทำของบุคคลผู้นั้นกับการกระทำของบุคคลส่วนใหญ่ที่มี อายุ วุฒิภาวะ หรือประสบการณ์ที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน ซึ่งถ้าบุคคลผู้นั้นสามารถ กระทำสิ่งนั้นได้ผลดีกว่าบุคคลส่วนใหญ่ที่มีอายุ วุฒิภาวะ หรือประสบการณ์ที่เหมือนกัน หรือใกล้เคียงกัน จึงกล่าวได้ว่า บุคคลผู้นั้นมีความคล่องแคล่ว หรือชำนาญในการ กระทำสิ่งนั้นจริง แต่ถ้าการกระทำสิ่งนั้นเป็นการกระทำที่เกิดขึ้นใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ใด กระทำมาก่อนเราจะไม่สามารถกล่าวได้ว่าบุคคลผู้นั้นมีความคล่องแคล่ว หรือชำนาญ ในการกระทำสิ่งนั้น

2) มีความมั่นคง สม่ำเสมอ ไม่เปลี่ยนแปลง (Consistency) ทั้งนี้เพราะ เมื่อบุคคลมีทักษะในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดแล้ว เขาจะต้องสามารถกระทำสิ่งนั้นได้อีกอยู่เสมอ ๆ ดังนั้นถ้ามีการกระทำสิ่งนั้นเกิดขึ้นอีกเราจึงมีโอกาที่จะทำนายผลของการกระทำนั้นได้อย่างถูกต้อง

3) มีการกระทำในสิ่งนั้นซ้ำ ๆ กัน (Repeated Performance) การที่บุคคลได้กระทำสิ่งนั้นซ้ำ ๆ กัน หรือบ่อยครั้งอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้มีทักษะในการกระทำสิ่งนั้น มิใช่เป็นการกระทำที่มีโอกาสเกิดขึ้นเพราะความบังเอิญ

ดังนั้นจึงสามารถกล่าวสรุปความหมายของทักษะได้ดังนี้คือ ทักษะหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้อย่างถูกต้อง ด้วยความชำนาญ คล่องแคล่ว ว่องไว และรวดเร็ว อยู่เสมอ ๆ

สullivan นิยมคำ (2517) ได้ให้ความหมายของการคิดคำนวณไว้ว่า การคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือการแก้ปัญหาได้ภายใต้สัญลักษณ์การบวก (+) ลบ (-) คูณ (x) หาร (\div)

จากความหมายของทักษะดังกล่าวข้างต้น จึงสามารถให้ความหมายของทักษะการคิดคำนวณ ได้คือ ทักษะการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบจากการบวก ลบ คูณ หาร อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ซึ่งได้มาจากการได้ลงมือฝึกปฏิบัติในการคิดคำนวณอยู่เสมอ จนเกิดความคล่องแคล่ว และชำนาญ

2. ความสำคัญของการฝึกทักษะการคิดคำนวณที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ Johnson and Rising (อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526) ได้ให้เหตุผลเกี่ยวกับความสำคัญของการฝึกทักษะการคิดคำนวณไว้ดังนี้คือ

1. ช่วยให้การเรียนนิมิตใหม่ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น กล่าวคือ ถ้าผู้เรียนมีทักษะในการคิดคำนวณอย่างดีแล้ว เขาสามารถที่จะอุทิศพลังทางสติปัญญาทั้งหมดเพื่อการคิดแก้ปัญหาใหม่ หรือเพื่อสำรวจความคิดใหม่ ๆ โดยมีต้องพะวงกับปัญหา

ด้านการคิดคำนวณ เช่นเดียวกับที่ Downes and Palling (อ้างถึงใน จาริก วิเชียรเกื้อ, 2527) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องมีการฝึกฝนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ทักษะการคิดคำนวณว่า การฝึกฝนทำให้เกิดนิสัยที่ดีในการเรียน ขณะที่เด็กเรียน เลขคณิต วิธีทำ และสูตรต่าง ๆ ควรจำได้แม่นยำ เพื่อจะได้ใช้ความคิดสำหรับสิ่ง ใหม่ ๆ ต่อไป เช่น เมื่อเริ่มเรียนเรื่องการหารยาว ก็ควรรู้การหารเบื้องต้นจน กระทั่งไม่ต้องมานั่งคิดกันอีก

จากการศึกษาผลงานวิจัยของ Suydam and Weaver (1977) พบว่า สาเหตุที่ทำให้เด็กทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผิดที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การขาด ทักษะในการคิดคำนวณ และ Babbitt (1986) ศึกษาได้ผลคล้ายกันว่า ความเข้าใจ ในความคิดรวบยอด และความสามารถในทักษะการคิดคำนวณ จะมีความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ความเข้าใจในความคิดรวบยอดจะมีความสำคัญ มากกว่า และเมื่อได้มีการทดลองนำเครื่องคิดเลขมาใช้เพื่อช่วยในการเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหาแล้วพบว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น เพราะฉะนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าการมีทักษะการคิดคำนวณที่ดีจะช่วยลดปัญหา หรืออุป- สรรคในการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาของนักเรียนให้น้อยลง กล่าวคือ นักเรียนจะไม่ไป พะวงหรือเสียเวลากับวิธีการคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่สามารถใช้เวลาที่มียู่ใน การทำความเข้าใจกับลักษณะของโจทย์ปัญหาแทน จึงทำให้การเรียนเรื่องโจทย์ปัญหา กลายเป็นเรื่องที่ง่าย และทำลายความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

2. ช่วยในการกระทำ หรือในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้- เรียน ดังจะเห็นได้ว่า กิจกรรมต่าง ๆ ที่บ้าน ที่ทำงาน และแม้กระทั่งในเรื่องนันทนา- การ เช่น การซื้อของ การทำอาหาร การจัดการเกี่ยวกับธุรกิจการงาน หรือการเล่น เกมต่าง ๆ ล้วนต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณเสมอ

ทักษะการคิดคำนวณจึง เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของบุคคล

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา และใน การกระทำกิจกรรมต่าง ๆ

4. ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในโครงสร้างของระบบ

จำนวน และเป็นสื่อในการเข้าใจโมเมนต์ต่าง ๆ เช่น เรื่องค่าประจำหลัก คุณสมบัติ และวิธีการต่าง ๆ ในระบบจำนวน

การมีทักษะการคิดคำนวณที่ดีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์หลังจากที่ครูได้ให้ตัวอย่างพร้อมกับคำอธิบายที่ชัดเจนจนนักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องนั้น ๆ ดีแล้ว ขึ้นต่อไปครูจำเป็นต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกฝนเพื่อให้ความชำนาญ คล่องแคล่ว ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว หรือที่เรียกว่าฝึกฝนให้เกิดทักษะ การที่นักเรียนมีแต่ความรู้ ความเข้าใจโดยไม่มีทักษะการคิดคำนวณในเรื่องนั้น ๆ เมื่อนักเรียนต้องนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา หรือทำโจทย์แบบฝึกหัดจะทำให้นักเรียนทำได้ช้าและขาดความแม่นยำ (น้อมศรี เคท, 2535) การให้เวลาสำหรับการฝึกทักษะการคิดคำนวณจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูควรจัดแบ่งเวลาส่วนหนึ่งไว้สำหรับฝึกทักษะการคิดคำนวณเพื่อจะได้มีโอกาสเห็นความสามารถในการคิดคำนวณของนักเรียน สามารถให้ความช่วยเหลือ แนะนำแก่นักเรียนได้ทันทีในกรณีที่นักเรียนยังมีปัญหาทางด้านการคิดคำนวณอยู่ หรือสามารถให้การส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนมีทักษะการคิดคำนวณที่ดีขึ้นได้ในกรณีที่นักเรียนมีทักษะการคิดคำนวณอยู่แล้ว

ในทางตรงกันข้ามถ้าครูไม่เห็นความสำคัญของการให้เวลาสำหรับการฝึกทักษะการคิดคำนวณจะทำให้ครูไม่ทราบว่า นักเรียนคนใดที่ยังมีวิธีการคิดคำนวณที่ผิดอยู่ ทำให้นักเรียนผู้นั้นต้องกระทำในสิ่งที่ผิดซ้ำ ๆ กันจนเกิดความเคยชิน ทำให้ยากต่อการที่จะแก้ไข และต้องเสียเวลาประกอบกับการใช้ความพยายามอย่างมากในการจะแก้ไขให้มีความเข้าใจในสิ่งที่ถูกต้อง และจะทำให้ให้นักเรียนขาดทักษะการคิดคำนวณ ต้องเสียเวลาไปกับการคิดคำนวณมากจนไม่มีเวลาทบทวน หรือทำความเข้าใจกับเรื่องอื่น ๆ เป็นเหตุทำให้อ่อนทั้งทักษะการคิดคำนวณและการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังไม่เป็นที่น่าพอใจเช่นนี้

3. จุดประสงค์ในการฝึกทักษะการคิดคำนวณ

การจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการคิดคำนวณมีจุดประสงค์ดังนี้ (มหา-

วิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2526)

1. ให้มีความคงทนในการจำ (Retention) กฎเกณฑ์ หลักการ กระบวนการ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และฝึกการถ่ายโยงการเรียนรู้
2. ให้มีความถูกต้อง แม่นยำ (Accuracy) ในการใช้กฎเกณฑ์ หลักการในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม
3. ให้เกิดความมั่นใจ (Confidence) ในการคิดแก้ปัญหาโจทย์
4. ให้มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ในการใช้กฎเกณฑ์ หลักการ แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

สรุปว่าการฝึกทักษะการคิดคำนวณเพื่อ RACE (Retention-Accuracy-Confidence-Efficiency)

นอกจากนี้ อัญชลี แจ่มเจริญ (2626) ได้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณเพิ่มเติมอีก 2 ประการ คือ

1. เพื่อฝึกให้มีความรู้ความเข้าใจในระดับที่ใช้การได้ มีความคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญ
 2. เพื่อรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ และนำมาใช้ประโยชน์ได้
- ดังนั้นในการฝึกทักษะการคิดคำนวณจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ และมีจุดประสงค์ที่แน่นอน ชัดเจน โดยครูจะต้องระบุให้แน่ชัดลงไปว่าต้องการจะฝึกเรื่องอะไร เช่น ต้องการฝึกทักษะการคิดคำนวณในเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร ที่จะเน้นเรื่องวิธีทำ หรือเน้นเรื่องการคำนวณหาคำตอบ เป็นต้น แต่ไม่ว่าจะฝึกแบบใดก็ตามครูจะต้องแน่ใจเสียก่อนว่านักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่ฝึกแล้วเป็นอย่างดี (พนัส หัสนาคินทร์ และนิทัศน์ รักษ์พลเดช, 2522) นอกจากนี้ในการตั้งจุดประสงค์ที่ตีครุควรตระหนักถึงเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนด้วย ทั้งนี้เพราะ ครูไม่สามารถสอนให้นักเรียนทุกคน ทำได้รวดเร็วและถูกต้องเหมือนกันหมด แต่ครูจะต้องพยายามค่อย ๆ เปลี่ยนระดับทักษะของนักเรียนตามสติปัญญา และความสามารถของแต่ละบุคคล นักเรียนบางคนจะคิดได้คล่องแคล่วรวดเร็ว ในขณะที่บางคนก็คิดได้ช้า ดังนั้นในการกำหนดจุดประสงค์ของครูจึงควรมีการยืดหยุ่นได้บ้างตามสภาพความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน (ยุพิน นิพิชกุล, 2524) จากนั้นครูจึงควรอธิบายจุดประสงค์ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณให้นักเรียนได้รับทราบ

และเข้าใจเพื่อให้ นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการฝึกทักษะการคิด-
คำนวณนั้น และสามารถปฏิบัติตัวได้ถูกต้องในขณะที่มีการฝึก จึงจะทำให้การฝึกทักษะ
การคิดคำนวณบรรลุจุดประสงค์ได้อย่างแท้จริง

4. ขั้นตอนของการเรียนให้เกิดทักษะ

Haber (1975 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2521) ได้
กล่าวถึงขั้นตอนของการเรียนให้เกิดทักษะไว้ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นความรู้ (Cognitive phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้อง
พยายามศึกษาให้เข้าใจเนื้อหาของเรื่องที่จะฝึก และรู้ว่าการฝึกทักษะนั้นจะต้องทำ
อย่างไรบ้าง โดยผู้สอนจะต้องพยายามวิเคราะห์เนื้อหาของทักษะที่จะฝึก และอธิบาย
ถึงสิ่งที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นจากการฝึกให้ผู้เรียนได้เข้าใจ

2. ขั้นปฏิบัติจนไม่มีข้อผิดพลาด (Fication phase) เป็นขั้นที่
ลงมือปฏิบัติตามความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่จนกระทั่งพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ไม่ถูกต้องจะ
ถูกแก้ไขให้ถูกต้อง และลดลงเป็นศูนย์ แล้วพฤติกรรมที่ถูกต้องก็จะคงที่จนเกิดความ
ชำนาญ และคล่องตัวในการปฏิบัติเรื่องนั้น ๆ เพิ่มขึ้น

3. ขั้นปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติ (Autonomous phase) เป็นขั้น
ที่สามารถปฏิบัติได้อย่างทันทีโดยไม่ต้องคิดหรือวางแผน มีความชำนาญ ถูกต้อง และ
รวดเร็วมาก โดยไม่มีข้อผิดพลาด

5. แนวทฤษฎีของรูปแบบการสอนการฝึกทักษะ

แนวทฤษฎีของรูปแบบการสอนการฝึกทักษะที่นำเสนอมีจำนวน 4 ทฤษฎี
ดังนี้คือ (พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ, 2532)

1) แนวทฤษฎีของจิตวิทยาการฝึก (Training Psychology)

เชื่อว่า คนเราเรียนรู้ได้จากการสังเกตและการฝึกปฏิบัติ และในการฝึกปฏิบัติที่ให้ผล
ดีต้องอาศัยหลักจิตวิทยาที่เรียกว่า จิตวิทยาการฝึก ในการสอนทักษะใด ๆ โดยอาศัย
หลักการนี้ครูจะต้องทำการวิเคราะห์งานที่ต้องการให้นักเรียนฝึกออกเป็นส่วน ๆ นั้น
คือ การแบ่งทักษะที่ซับซ้อนออกมาเป็นทักษะที่ง่าย ๆ หลาย ๆ ทักษะ และเรียงลำดับ

ความยากง่ายลดหลั่นกันลงมา เมื่อจำแนกทักษะออกอย่างถูกต้องเหมาะสมแล้วครูจึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะย่อย ๆ เหล่านี้ทีละทักษะจนมีความแม่นยำและคล่องแคล่วเพื่อที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกทักษะที่ยากและสลับซับซ้อนมากขึ้นต่อไป ดังนั้นครูจึงต้องแน่ใจว่าผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติในแต่ละขั้นได้เป็นอย่างดีแล้วจึงจะฝึกในขั้นที่ยากกว่าต่อไป และต้องให้เป็นไปตามลำดับความยากง่ายด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการฝึกทักษะตามแนวทฤษฎีนี้จะต้องมีสิ่งที่ยึดถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัดดังต่อไปนี้คือ

1. ต้องมีลำดับขั้นในการฝึก
2. ต้องฝึกทักษะพื้นฐานให้ได้อย่างคล่องแคล่วและแม่นยำก่อนที่จะดำเนินการฝึกทักษะที่เหนือกว่า หรือยากกว่าได้
3. ต้องให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนรู้ข้อบกพร่อง และข้อเด่นของตน และให้แรงกระตุ้นเพื่อก่อให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจในการฝึก

2) แนวทฤษฎีของนักจิตวิทยาสาขาไซเบอร์เนติก (Cybernetic-Psychology) เชื่อว่า คนเรามีความต้องการที่จะแสวงหาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ไข ปรับปรุงพฤติกรรมของตนเอง ดังนั้นในการฝึกผู้เรียนจำเป็นจะต้องได้รับข้อมูลย้อนกลับที่ระบุบอกผู้เรียนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับขั้นใด เพราะบ่อยครั้งที่ผู้เรียนไม่สามารถปรับปรุงตนเองได้ เนื่องจากไม่ตระหนักในความบกพร่องของตน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูซึ่งต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน และต้องบอกข้อบกพร่องหรือให้ข้อเสนอแนะว่าจะแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้อย่างไร ซึ่งการจะทำเช่นนั้นได้ ครูจะต้องวินิจฉัยพฤติกรรมของนักเรียนอย่างถูกต้องแม่นยำ ไม่งั้นนั้นแล้วก็ไม่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้การสอนไร้ประสิทธิภาพไปทันที การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งจำเป็นในการฝึกทักษะมาก และต้องกระทำทันทีที่ผู้เรียนกำลังรู้สึกถึงข้อบกพร่องนั้นอยู่ และรู้ว่าจะต้องปรับปรุงตนเองอย่างไรในขณะนั้น การให้ข้อมูลย้อนกลับยังช่วยครูผู้สอนด้วยในแง่ที่ว่า เป็นการตรวจสอบว่าตัวครูกำลังดำเนินการสอนไปในแนวทางที่ถูกต้องแล้วหรือไม่

3) แนวทฤษฎีการพัฒนาระบบ (Systems development) แนวทฤษฎีนี้ เน้นความสำคัญขององค์ประกอบทุกส่วนที่รวมกันอยู่อย่างมีระบบ ในการพัฒนา

องค์ประกอบอันหนึ่งอันใด จำเป็นต้องพิจารณาแก้ไขขององค์ประกอบอื่น ๆ พร้อม ๆ กันไปด้วย ดังนั้นเมื่อนำทฤษฎีนี้มาประยุกต์กับการสอนการฝึกทักษะ ครูก็ต้องพิจารณาสິงต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับทักษะที่จะฝึกทั้งระบบด้วย โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. เริ่มแรกเป็นการวิเคราะห์ระบบโครงสร้างโดยการจำแนกส่วนทักษะที่จะฝึก
2. ขั้นที่สองเป็นการกำหนดเนื้อหาของทักษะที่จะฝึก และหน้าที่ของผู้เรียนออกมาให้เด่นชัด
3. ขั้นที่สามเป็นการกำหนดหน้าที่ของงานที่ทำแต่ละอย่าง โดยละเอียด และพิจารณาความสัมพันธ์กับส่วนอื่น ๆ ด้วย

4) แนวทฤษฎีของกลุ่มนักพฤติกรรมนิยม (Behaviorists) แนวทฤษฎีนี้เน้นการสาธิตและการฝึกตามแบบตัวอย่าง โดยในการฝึกครูต้องสาธิตให้ผู้เรียนดูเพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตการปฏิบัติที่ถูกต้อง และในระหว่างการสาธิตครูจะอธิบายประกอบเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจจุดประสงค์ของการฝึก และเทคนิควิธีในการฝึกที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนเข้าใจดีแล้วครูอาจให้ทดลองทำเพื่อเป็นการซักซ้อมความเข้าใจก่อนที่จะลงมือฝึกปฏิบัติต่อไป และในการฝึกนั้นครูต้องหมั่นคอยสังเกตพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนเกิดความไม่มั่นใจ มีความวิตกกังวล หรือท้อแท้ครูจะต้องรีบแก้ไขพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ทันทีโดยใช้กลวิธีให้แรงเสริม และในการฝึกนั้นควรให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้เรียนสามารถทำได้อย่างถูกต้องไปทีละขั้นตอน และเพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียนด้วย จากนั้นจึงค่อย ๆ ให้ผู้เรียนฝึกเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เกิดความชำนาญไปตามลำดับขั้นต่อไป

นอกจากนี้ De Cecco (1986 อ้างถึงใน กมลรัตน์ หล้าสูงษ์, 2528) ได้เสนอวิธีการสอนทักษะไว้เป็นลำดับขั้นดังนี้

- 1) วิเคราะห์ทักษะที่จะสอน โดยแยกทักษะที่จะสอนว่าประกอบไปด้วยอะไรบ้างให้ชัดเจน ตามลำดับก่อนหลังของการฝึก
- 2) ศึกษาภูมิหลังของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจเป็นพื้นฐานต่อสิ่งที่กำลังจะฝึกหัดให้เกิดทักษะมากน้อยเพียงใด โดยการทดสอบเป็นขั้นตอนก่อน และตลอดเวลาที่ฝึกฝน

- 3) ฝึกฝนทักษะที่ยังขาดอยู่ให้สมบูรณ์ และส่งเสริมทักษะที่มีอยู่แล้วให้มีความชำนาญมากขึ้น
- 4) อธิบายและสาธิตทักษะที่จะฝึกให้เข้าใจอย่างช้า ๆ และชัดเจนทุกขั้นตอนตามลำดับ
- 5) ต้องฝึกอย่างต่อเนื่องกันจนครบทุกขั้นตอน โดยฝึกจากส่วนย่อยไปสู่ส่วนรวม
- 6) มีการปรับปรุงแก้ไขตลอดเวลาที่ฝึกเพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วและเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนแต่ละคน
- 7) พยายามแจ้งผลการฝึก กลับไปยังผู้เรียนบ่อย ๆ ทันทีที่ฝึกสำเร็จในแต่ละขั้น เพื่อเป็นการปรับปรุง แก้ไขในส่วนที่บกพร่อง หรือเป็นการเสริมแรงช่วยทำให้เกิดกำลังใจที่จะฝึกฝนให้เกิดทักษะได้ยิ่งขึ้นต่อไป

Jarolimek and Foster (1989) ได้เสนอวิธีการสอนทักษะไว้จำนวน 6 ขั้น คือ

- 1) แจ้งให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดประสงค์ของการฝึกทักษะ เนื้อหาของทักษะที่จะใช้ในการเรียนการสอน สิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการเรียนทักษะนั้น และประโยชน์ของการฝึกทักษะดังกล่าวที่จะมีต่อตัวนักเรียนด้วยการสาธิต หรือยกตัวอย่างของการกระทำนั้นให้นักเรียนดูสำหรับการเรียนทักษะที่เกี่ยวข้องกับการกระทำทางกายภาพ เช่น ครูสาธิตวิธีการจับดินสอที่ถูกต้อง เพื่อให้ นักเรียนเขียนตัวหนังสือได้สวยงาม เป็นต้น และด้วยวิธีการแสดงให้เห็นถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากการฝึกทักษะนั้น สำหรับการฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับการกระทำทางสติปัญญาเป็นส่วนใหญ่ เช่น บอกให้นักเรียนทราบว่าถ้าสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องจะได้คะแนน 1 คะแนน อันจะช่วยให้นักเรียนได้ทราบถึงการกระทำทักษะที่ถูกต้อง

- 2) ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการฝึกทักษะนั้นให้มากที่สุด โดยครูจะต้องพยายามทำให้นักเรียนมีอัตมโนทัศน์ที่ติดต่อกันเอง และสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความต้องการที่จะเข้าร่วมการฝึกทักษะนั้นด้วยตนเอง

- 3) ฝึกฝนทักษะนั้นอยู่เสมอ ๆ โดยเฉพาะในช่วงแรก ๆ ของการฝึกทักษะ ครูควรจะให้ความเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด จนนักเรียนสามารถปฏิบัติได้ถูกต้อง

มีฉะนั้นแล้วนักเรียนจะฝึกฝนแต่ในสิ่งที่ผิด ๆ อยู่เสมอ และเมื่อนักเรียนสามารถกระทำทักษะนั้นได้ถูกต้อง การฝึกฝนทักษะนั้นอย่างสม่ำเสมอในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ด้วยความตั้งใจของนักเรียนที่ต้องการจะมีส่วนร่วมในการฝึก จะช่วยส่งเสริมให้การฝึกนั้นก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วจนเกิดความชำนาญ และคล่องแคล่วในการกระทำทักษะนั้น

4) ให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อเป็นการประเมินผลของการฝึกทักษะให้นักเรียนได้ทราบว่าสามารถกระทำได้ถูกต้อง หรือผิดพลาด และเพื่อให้นักเรียนได้ปรับปรุงการกระทำของตนให้ดีขึ้น ลักษณะของการให้ผลป้อนกลับที่ใช้นั้นมี 2 ประเภท คือ 1) การให้ผลป้อนกลับในทางบวก คือ การแจ้งผลการเรียนให้นักเรียนได้ทราบว่า นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน สามารถกระทำในสิ่งนั้นได้ถูกต้อง และส่งเสริมให้นักเรียนกระทำในสิ่งที่ถูกต้องนั้นต่อไป และ 2) การให้ผลป้อนกลับในทางลบ คือ การแจ้งให้นักเรียนทราบว่า การกระทำของนักเรียนนั้นไม่ถูกต้อง เป็นการกระทำที่ผิด ซึ่งการให้ผลป้อนกลับในทางบวกนั้นจะเป็นการให้ผลป้อนกลับที่ให้ความรู้สึกในทางบวก และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามการให้ผลป้อนกลับในทางลบก็ยังคงมีความสำคัญและจำเป็น แต่ควรจะมีการให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่นักเรียนได้ทราบว่า จะต้องปรับปรุงตนเองอย่างไรจึงจะสามารถกระทำได้ถูกต้อง ดังนั้นการใช้อุปกรณ์การสอนที่สามารถบันทึกผลการกระทำของนักเรียน และสามารถให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนได้อย่างทันทีด้วยตัวของมันเองจะช่วยทำให้การให้ผลป้อนกลับนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5) ส่งเสริมให้นักเรียนนำทักษะที่ได้ฝึกไปใช้ในทุก ๆ ครั้งที่มีโอกาสไม่เฉพาะแต่ในชั่วโมงเรียนเท่านั้น และครูต้องระลึกไว้เสมอว่า การเรียนการสอนและการนำไปใช้ เป็นสิ่งที่คู่กัน ดังตัวอย่างเช่น ครูสอนอ่านเพื่อให้นักเรียนอ่านออก และในขณะที่เด็กนักเรียนก็จะได้ใช้การอ่านเพื่อเรียนในเรื่องอื่นต่อไป เป็นต้น

6) หมั่นตรวจสอบทักษะที่มีอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะ ถ้าไม่มีการใช้ทักษะที่ได้เรียนไปเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้นักเรียนมีทักษะในเรื่องนั้นน้อยลงไป ดังนั้นจึงต้องมีการสอนซ้ำ เกิดขึ้นอีกในบางครั้ง เพื่อให้นักเรียนสามารถคงสภาพของการมีทักษะนั้น และการตรวจสอบทักษะที่มีอยู่เป็นครั้งคราวจะช่วยทำให้ทราบว่า นักเรียนกระทำทักษะนั้นไปในแนวทางที่ถูกต้องหรือไม่ ก่อนที่นักเรียนจะจดจำการกระทำนั้นเป็นทักษะ

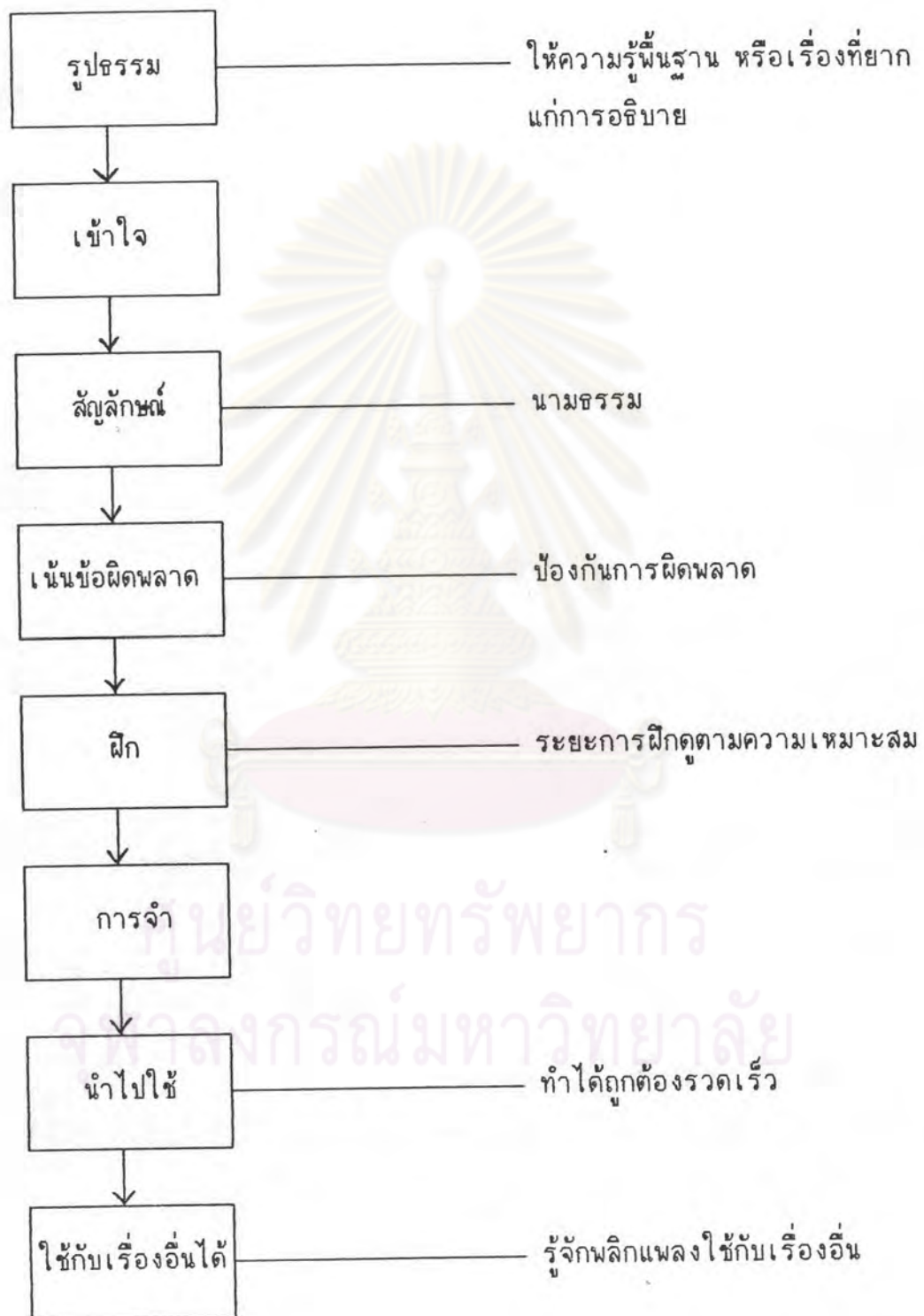
ที่ผิด ๆ อันจะทำให้แก้ไขได้ยากในภายหลัง

ยุพิน พินิจกุล (2524) ได้เสนอขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดคำนวณไว้จำนวน 7 ขั้นตอน คือ

1. ให้นักเรียนเข้าใจความรู้พื้นฐานอย่างมีเหตุผล เช่น การบวก $5+2=7$ ก็อาจจะใช้เส้นจำนวนแสดง เป็นต้น นักเรียนจะต้องบวก ลบ คูณ หาร เก่ง และควรจะทำให้รวดเร็ว สามารถนำมาใช้ได้ทันทีเมื่อต้องการใช้ในรูปแบบต่าง ๆ
2. การใช้รูปธรรมอธิบายนามธรรม จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น
3. เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ก็สามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ และครูจะต้องเน้นข้อผิดพลาดที่ควรระวังก่อนที่จะทำการฝึกต่อไป
4. ขั้นต่อไปครูจะต้องทำการฝึก อาจจะใช้คำถามให้เขียนตอบ โดยขณะที่ฝึกนั้นครูจะต้องทบทวนอยู่เสมอในเรื่องที่มีความสำคัญควรเน้น และในการฝึกนั้นครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. เมื่อฝึกบ่อย ๆ นักเรียนก็จะสามารถจำได้ โดยควรฝึกให้นักเรียนจำแต่เรื่องสำคัญ ๆ และสามารถพลิกแพลงใช้ได้ เช่น นักเรียนจำสูตร $\sin^2 A + \cos^2 A = 1$ ได้ เมื่อเห็นสูตรนี้อยู่ในรูปอื่นก็จะสามารถเข้าใจได้ทันที การฝึกนั้นอาจจะฝึกในระยะสั้น ๆ หรือฝึกทุกวันทั้งนี้แล้วแต่ความสำคัญของเนื้อหา เช่น นักเรียนท่องสูตรคูณไม่ได้ก็ให้ฝึกทุกวัน เป็นต้น
6. เมื่อนักเรียนจำสูตร กฎเกณฑ์ได้แล้วก็ต้องนำไปใช้ นักเรียนควรจะได้คิดได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว คิดหลายแบบ กะประมาณถูก เช่น $362+825$ ก็สามารถประมาณได้ว่าเท่ากับ $400+800$ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาทักษะในการคำนวณด้วยวิธีลัดได้
7. ฝึกให้เกิดทักษะในการคิดคำนวณ โดยการนำไปใช้กับเรื่องอื่นได้

จากขั้นตอนต่าง ๆ ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณทั้ง 7 ขั้นตอนดังกล่าว สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดคำนวณได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดคำนวณ



การศึกษาทฤษฎีและรูปแบบการสอนการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ดังที่เสนอไว้ข้างต้นจะช่วยทำให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการฝึกทักษะการคิดคำนวณให้แก่ นักเรียนได้อย่างถูกต้อง เป็นระบบ และมีขั้นตอน อันจะทำให้การฝึกทักษะการคิดคำนวณนั้นดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล เป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนอย่างแท้จริง

6. ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อปริมาณของการฝึกทักษะ

การกำหนดงานให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัตินั้น ครูผู้สอนควรจะต้องกระทำอย่างรอบคอบ มิฉะนั้นแล้วจะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี คือแทนที่นักเรียนจะเกิดทักษะ แต่กลับทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย และท้อแท้ต่อการฝึก (วรสุตา บุญยไวโรจน์, 2535) ดังนั้นในการมอบหมายงานให้นักเรียนฝึกทักษะจึงมีสิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบควบคู่ไปด้วย เพื่อเป็นการจูงใจให้นักเรียนเกิดความต้องการในการฝึก ได้ฝึกปฏิบัติด้วยความเพลิดเพลินและมีความสุข อันจะนำไปสู่การมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแปรหรือสิ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจเพื่อพิจารณาว่า ควรจะให้ผู้เรียนมีการฝึกทักษะในปริมาณมากหรือน้อยเพียงใดนั้นมีหลายอย่างด้วยกัน (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2526) เช่น

1. ลักษณะของเนื้อหา เนื้อหาบางประเภทมีลักษณะที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ จำเป็นต้องฝึกให้คล่องมาก ๆ เช่น เรื่องการบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม ซึ่งจำเป็นต้องใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องอื่น ๆ อีกหลายเรื่อง แต่เนื้อหาบางประเภทไม่ได้ใช้เป็นพื้นฐานในเรื่องอื่น ๆ ก็ไม่จำเป็นต้องให้ฝึกมากนัก

2. ระดับความสามารถของนักเรียน นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันควรจะทำแบบฝึกหัดต่าง ๆ กัน นักเรียนที่มีความสามารถต่ำควรฝึกทำแบบฝึกหัดอย่างง่ายให้มากหน่อย เพื่อจะได้เกิดกำลังใจในการทำ และให้ทำแบบฝึกหัดระดับกลางบ้าง นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางก็ควรทำแบบฝึกหัดอย่างง่ายลดลง และเพิ่มแบบฝึกหัดระดับปานกลาง และมีระดับยากบ้างเล็กน้อย สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถสูงควรทำแบบฝึกอย่างง่ายและอย่างปานกลางเล็กน้อย และทำแบบฝึกหัดอย่างยาก ดั้งลัดส่วนในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณการทำแบบฝึกหัดจำแนกตามความสามารถของนักเรียน

ระดับแบบฝึกหัด ระดับความสามารถ	ง่าย	ปานกลาง	ยาก
ต่ำ	60%	40%	-
ปานกลาง	30%	50%	20%
สูง	10%	50%	40%

แบบฝึกหัดอย่างง่าย หมายถึง แบบฝึกหัดที่ใช้นิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีตรงตามเรื่องที่เรียนและใช้เพียงอย่างเดียว

แบบฝึกหัดอย่างปานกลาง หมายถึง แบบฝึกหัดที่ใช้นิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีมากกว่า 1 เรื่อง แต่ไม่ซับซ้อนมากนัก

แบบฝึกหัดอย่างยาก หมายถึง แบบฝึกหัดที่ต้องใช้วิธีการหลายอย่างมาใช้ในการแก้ปัญหา

การให้ฝึกทักษะโดยคำนึงถึงระดับความสามารถนี้ต้องมีลักษณะ ยืดหยุ่น นักเรียนมีสิทธิที่จะทำในระดับสูงขึ้นเป็นงานพิเศษ และครูควรเสริมกำลังใจ ให้อย่างเต็มที่ในระดับที่สูงขึ้น

3. เวลา นักเรียนบางคนจะมีเวลาว่างที่บ้านเพื่อทำแบบฝึกหัดแต่บางคนอาจมีภารกิจอย่างอื่นที่จะต้องทำเพื่อครอบครัว ดังนั้นปริมาณของการให้การบ้าน เพื่อฝึกทักษะที่เรียนไปครูควรจะคำนึงถึงเวลาของนักเรียนด้วย มิใช่บังคับให้ทำจนไม่มีเวลาเพื่อภารกิจอย่างอื่น

นอกจากนี้การคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัดก็เป็นตัวแปรสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะมีผลต่อการฝึกทักษะ จากการวิจัยพบว่า เด็กที่ทำแบบฝึกหัดสั้น ๆ ทุกวันเรียนรู้ได้เร็วกว่าเด็กที่ทำแบบฝึกหัดยาว ๆ แต่ไม่ได้ทำทุกวัน (วรสุดา บุญยไวยโรจน์, 2535)

4. ความสนใจของผู้เรียน การจัดให้ผู้เรียนฝึกทักษะที่ตรงกับความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนมีความเต็มใจและตั้งใจที่จะฝึกทักษะ มีความพยายามที่จะทำในสิ่งที่ตนสนใจให้สำเร็จไม่ว่าจะต้องใช้ความพยายามมากหรือน้อยก็ตาม อันจะช่วยทำให้การฝึกทักษะนั้นดำเนินไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อปริมาณของการฝึกทักษะเหล่านี้ เป็นสิ่งสำคัญที่จะมีส่วนช่วยให้การฝึกทักษะนั้นประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลว และนักเรียนจะมีทัศนคติที่ติดต่อการฝึกทักษะนั้นหรือไม่ ดังนั้นครูจึงต้องใช้ความสามารถในการพิจารณาที่จะกำหนดปริมาณของทักษะที่ต้องการจะให้ให้นักเรียนได้ฝึก เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการฝึก และมีทัศนคติที่ติดต่อการฝึกทักษะเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

7. หลักในการฝึกทักษะการคิดคำนวณ

จากการศึกษาวิธีการฝึกเพื่อให้เกิดทักษะการคิดคำนวณ ได้มีผู้กล่าวถึงหลักในการฝึกทักษะที่ดีไว้หลายท่าน คือ Jarolimek and Foster (1989); Johnson and Rising (อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526); กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528); ยุพิน พิพิธกุล (2530); อุทัย เพชรช่วย (2532) ซึ่งสรุปได้ดังนี้ คือ

1. การฝึกทักษะจะต้องกระทำเมื่อผู้เรียนมีความต้องการที่จะปรับปรุงตนเองให้มีความชำนาญ ในขณะที่เดียวกันผู้เรียนควรได้รับรู้เกี่ยวกับการฝึกทักษะนั้น เช่น ควรรู้ว่าจะต้องฝึกอะไร แคไหน อย่างไร และจะต้องตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณ และรู้ด้วยว่าถ้าผู้เรียนขาดการฝึกทักษะและขาดความชำนาญในการคิดคำนวณแล้วผลเสียย่อมเกิดแก่ผู้เรียนเอง

2. ควรให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยใช้ความคิดพิจารณาควบคู่ไปด้วย เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกระทำซ้ำ ๆ อย่างเครื่องจักร ดังนั้นผู้สอนควรจะให้แบบฝึกหัดที่เป็นปัญหาซึ่งต้องใช้ความคิดมากกว่าที่จะให้ทำแบบฝึกหัดที่มีแบบการแก้ปัญหาลำซ้ำ ๆ กัน ซึ่งผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้โดยอัตโนมัติ

3. ครูควรศึกษาหลักสูตรซึ่งได้มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาของทักษะที่ต้องการจะให้ให้นักเรียนฝึกหัดไว้ และจะบอกถึงแนวทางการจัดกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับ

การฝึกทักษะนั้นให้ทราบ แต่สำหรับในกรณีที่โรงเรียนมิได้มีการจัดเตรียมหลักสูตร หรือ เนื้อหาของทักษะที่จะฝึกไว้ ครูก็สามารถที่จะสร้างหลักสูตร หรือ เนื้อหาที่จะใช้ในการ ฝึกได้เองโดยการศึกษาจากคู่มือครู หรือหนังสือเรียนวิชาต่าง ๆ

4. ควรให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ภายหลังจากที่ผู้เรียนเข้าใจมโนคติแล้ว เพราะ ความเข้าใจมโนคติประกอบกับการฝึกทักษะโดยผู้เรียนได้ใช้ความคิดควบคู่ไป ด้วยเป็นองค์ประกอบสำคัญในอันที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับกฎแห่งการ ฝึกหัด (Law of exercise) ในทฤษฎีการเรียนรู้ของ Thorndike (อ้างถึงใน กมลรัตน์ หล้าสูงษ์, 2528) ที่กล่าวไว้ว่า ก่อนจะฝึกฝน หรือฝึกหัดการเรียนรู้นั้นให้ เกิดทักษะได้ต้องสร้างให้เกิดการเรียนรู้จากความเข้าใจแจ่มแจ้งในแต่ละขั้นตอนเสีย ก่อน จึงจะเกิดทักษะได้อย่างดีและมีประโยชน์อย่างแท้จริง และจากงานวิจัยของ Pincus (อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526) ที่กล่าวว่า ในการฝึก ทักษะของการดำเนินการใด ๆ ถ้าเข้าใจคุณสมบัติของการดำเนินการนั้น ๆ จะทำให้ การฝึกมีประสิทธิภาพ และจะช่วยลดเวลาการฝึกได้ ดังที่ผลงานวิจัยของ Hall (อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526) ได้ค้นพบว่า ในการฝึกทักษะ การคูณเบื้องต้นของผู้เรียนเกรด 3 นั้น ถ้าผู้สอนเน้นคุณสมบัติการสลับที่ของการคูณจะ ช่วยทำให้ผู้เรียนเรียนการคูณเบื้องต้นได้ผลดี

5. ควรจัดโปรแกรมการฝึกทักษะให้เป็นระบบ มีลำดับ ขั้นตอนอย่าง ชัดเจน เริ่มฝึกจากทักษะที่ง่าย ๆ ไปสู่ทักษะที่ยากหรือซับซ้อนขึ้นตามลำดับ เพื่อฝึก ทักษะอย่างหนึ่งให้เก่งเสียก่อนที่จะฝึกทักษะอื่น ๆ ต่อไป

6. ครูควรคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด และแก้ข้อผิดพลาดเสียก่อน ที่จะติดเป็นนิสัย และทำไปซ้ำ ๆ ในระยะเริ่มแรกของการสร้างนิสัย

7. ความประณีต และความถูกต้องในการคิดคำนวณเป็นเรื่องที่จะ ต้องเข้มงวดเป็นพิเศษ ต่อจากนั้นจึงกวาดขันเรื่องความเร็ว การส่งเสริมให้นักเรียนรู้ จักตรวจหาคำตอบด้วยวิธีต่าง ๆ ก็เป็นการกระทำอันหนึ่งที่จะทำให้ นักเรียนทำงานด้วย ความเร็วและมีความมั่นใจมากยิ่งขึ้น

8. ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะในการทำแบบฝึกหัดที่ผู้เรียน สามารถหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ถูกต้อง โดยเลี้ยงไม่ให้ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการ

คิดคำนวณหรือแก้ปัญหาอย่างผิด ๆ ดังนั้นเมื่อผู้สอนมอบหมายแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนฝึกอย่างอิสระแล้ว ผู้สอนจะต้องเตรียมคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียน เพื่อเขาจะได้ตรวจสอบคำตอบของเขาเองได้

9. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการฝึกทักษะแต่ละครั้ง เพื่อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ไม่ควรให้นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดแบบเดียวกันและมีจำนวนเท่ากัน ไม่ให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนที่ทำเสร็จเร็ว ผู้สอนควรตระหนักว่า ผู้เรียนที่เก่งต้องการทำแบบฝึกหัดที่ยากเพียงบางแบบฝึกหัดเท่านั้น ในขณะที่ผู้เรียนอ่อนก็ต้องการแบบฝึกหัดที่ง่ายกว่า

10. จัดโปรแกรมการฝึกทักษะที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน โดยครูจะต้องทราบข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนเป็นอย่างดี เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียน เป็นต้น แล้วจัดกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาอย่างเดียวกันไว้ด้วยกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณกลุ่มละ 5-8 คน เพื่อเป็นการช่วยลดภาระในการสอนให้แก่ครูที่มีนักเรียนในชั้นเรียนเป็นจำนวนมาก แต่ในบางครั้งการสอนตัวต่อตัวระหว่างครูกับนักเรียนก็ยังเป็นวิธีสอนที่ต้องใช้อยู่เสมอในกรณีที่นักเรียนมีปัญหาหลายอย่าง หรือมีปัญหาที่แตกต่างไปจากนักเรียนคนอื่น ๆ

11. ควรให้นักเรียนได้ฝึกทักษะอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎแห่งการฝึกหัดของ Thorndike (อ้างถึงใน คม ทองพล และคณะ, 2529) ที่กล่าวว่า การได้กระทำซ้ำในการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองอันใดอันหนึ่ง ย่อมทำให้เกิดความสามารถในการแสดงปฏิกิริยาอันนั้นได้ดียิ่งขึ้น ในทางตรงกันข้ามการไม่ได้กระทำซ้ำ ๆ ในการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองอันใดย่อมลดความสามารถในการแสดงปฏิกิริยาอันนั้นลงเรื่อย ๆ และในการฝึกทักษะแต่ละครั้งควรใช้ระยะเวลาพอเหมาะไม่ควรฝึกนานเกินไป เพราะเด็กมีช่วงความสนใจที่สั้น ถ้าฝึกนานเกินไปจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกเหนื่อยหรือเกิดความเบื่อหน่าย นอกจากนี้ผู้สอนจะต้องเลือกให้ผู้เรียนฝึกทักษะ เฉพาะเรื่องที่ เป็นประโยชน์จริง ๆ เรื่องใดที่ผู้เรียนเข้าใจและมีความชำนาญดีแล้วไม่ควรให้ฝึกต่อไป

12. แบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนฝึกควรเป็นแบบฝึกหัดที่มีความหมาย เพื่อควรจะให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างทั้งหมดของเรื่องที่ฝึกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้สถานการณ์

ในการฝึกมีลักษณะสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องนำทักษะนั้นไปใช้ได้จริง ๆ

11. ผู้เรียนควรได้รับความรู้เกี่ยวกับการฝึกทักษะนั้น เช่น ควรรู้ว่าจะต้องฝึกอะไร แคไหน อย่างไร ควรรู้วิธีการใช้คำตอบในการเรียนด้วยตนเอง ควรรู้ว่าต้องการฝึกทักษะอะไร ผู้ที่เรียนอ่อนอาจจะต้องมีเครื่องช่วยในการฝึกทักษะ

13. จัดกิจกรรมการฝึกทักษะให้น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ต้องการเข้าร่วมการฝึกทักษะนั้นด้วยความเต็มใจ โดยกิจกรรมในการฝึกทักษะให้มีหลายรูปแบบ เช่น เกม การแข่งขันตอบปัญหา ปริศนาคำทาย การทำแบบฝึกหัดที่กำหนดระยะเวลา การคิดคำนวณในใจ การทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม การทำแบบฝึกหัดแบบปากเปล่า แม้กระทั่งแบบฝึกหัดสั้น ๆ ที่มีการถามและการตอบอย่างรวดเร็วก็เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนระลึกถึงข้อเท็จจริงและวิธีการต่าง ๆ ในการคิดคำนวณ หรือในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง

14. การฝึกทักษะจะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ถ้าผู้เรียนรู้ผลของการฝึกหรือความก้าวหน้าของตนเองว่า เขาทำได้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร และจะต้องชี้แจงจนผู้เรียนเข้าใจหากผลการฝึกนั้นไม่ถูกต้องก่อนที่จะลงมือฝึกในครั้งต่อไป และควรให้ผู้เรียนรู้ผลของการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์เฉลี่ยในชั้นเรียน หรือเกณฑ์ระดับชาติ

15. ควรมีการประเมินผลการฝึกของนักเรียนอยู่เสมอเพื่อดูความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเมื่อทำการฝึกไประยะหนึ่งแล้วสังเกตเห็นว่านักเรียนยังไม่มีความก้าวหน้าเกิดขึ้น ครูจะต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องดังกล่าว โดยอาจจะต้องมีการเตรียมการสอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียน

16. ควรจัดโปรแกรมที่เปิดโอกาส หรือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดพัฒนา หรือสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองบ้าง

17. ไม่ควรใช้การฝึกทักษะเป็นการทำโทษผู้เรียน เช่น ถ้าผู้เรียนทำแบบฝึกหัดข้อใดผิด ก็ให้ทำข้อนั้นซ้ำอีกหลาย ๆ ครั้ง จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ที่ไม่ดีเกี่ยวกับการฝึกทักษะ ในทางตรงข้ามผู้สอนควรทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นประสบการณ์ที่ให้ความพอใจแก่ผู้เรียน

ดังนั้นก่อนทำการฝึกทักษะเรื่องต่าง ๆ ครูจึงควรตระหนักถึงสิ่งต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ทั้งหมดในข้างต้น และพยายามเลือกกระทำตามในข้อที่เห็นว่าเหมาะสม และจะเป็นประโยชน์ต่อการฝึกทักษะการคิดคำนวณที่จะจัดขึ้นและต่อตัวนักเรียนให้มากที่สุด

8. ประโยชน์ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณ

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2535) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณไว้ดังนี้

1. การฝึกช่วยให้จำได้แม่นยำขึ้น เพราะโดยปรกติการอ่าน ฟัง มอง ดู หรือทำเพียงครั้งเดียวย่อมยากแก่การที่จะจดจำได้ทั้งหมด
2. การฝึกเป็นทางนำไปสู่ความถูกต้อง
3. การฝึกเป็นรากฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพในการคิดคำนวณ เช่น เมื่อนักเรียนรู้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นแล้ว จากการฝึกจะช่วยให้มองเห็นวิธิตัด อันจะทำให้คิดได้รวดเร็วขึ้น
4. การฝึกเป็นวิธีหนึ่งซึ่งช่วยสร้างความเชื่อมั่นในการคิดคำนวณ เมื่อผู้เรียนประสบความสำเร็จในการคิดคำนวณ คือ คิดคำนวณได้ถูกต้องและรวดเร็ว ย่อมก่อให้เกิดแรงตลใจ ทำให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชานี้ และอยากมีส่วนร่วม

นอกจากนี้ บุญเลิศ บุญเรือง (2523) ได้กล่าวว่า การฝึกทักษะการคิดคำนวณมีประโยชน์หลายประการด้วยกันคือ

1. ช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. สอดคล้องกับการวัดผลในปัจจุบันที่ให้นักเรียนหาแต่คำตอบโดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ
3. สอดคล้องกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพราะในชีวิตประจำวันการคิดคำนวณเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ เราไม่แสดงวิธีทำ
4. เป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาให้นักเรียนที่อ่อนเลข เนื่องจากนักเรียนจะมีประสบการณ์ในการคิดคำนวณมากขึ้นกว่าเดิม

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะการคิดคำนวณ

การฝึกทักษะการคิดคำนวณ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ จึงได้รับความสนใจจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และนักการศึกษาทั่วไปในการศึกษาค้นคว้าและวิจัย ดังเช่น

SchaII (1970) ได้ทำการศึกษาการฝึกทักษะการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนเกรด 6 ถึง เกรด 8 จำนวน 52 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งจะได้รับการฝึกทักษะการบวก ลบ คูณ หาร จำนวน 30 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที และกลุ่มควบคุมซึ่งจะได้รับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของกลุ่มควบคุม

Frandsen (1989) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการฝึกที่มีต่อทักษะการบวกของนักเรียนเกรด 1 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะการเรียนแบบนักเรียน 1 คน ต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนที่ได้รับการฝึกทักษะการบวกมีความสามารถในการบวกเพิ่มขึ้น กล่าวคือ สามารถบวกเลขได้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วเพิ่มขึ้นภายในเวลา 1 นาที

Thompson (1991) ได้ศึกษาผลการสอนและการฝึกการคิดเลขในใจที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 51 คน ซึ่งจะได้รับการสอนและฝึกการคิดเลขในใจ วันละ 5-10 นาที จำนวน 5 วัน ต่อ สัปดาห์ เป็นเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมจำนวน 44 คน ซึ่งจะไม่ได้รับการสอนและฝึกการคิดเลขในใจ ผลปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และทักษะการคิดคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Glover (1991) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้เครื่องคิดเลขที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนที่มีข้อบก-

พร้อมทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5, 6, 7 และ 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการใช้เครื่องคิดเลขประกอบการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสามารถในการคิดคำนวณดีขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างของผลการใช้เครื่องคิดเลขที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

วิจิตรา ชื่อธานวงศ์ (2523) ทำการวิจัยเรื่อง การฝึกเพื่อพัฒนาทักษะการบวกเลขในใจของเด็ก โดยการจัดโปรแกรมการฝึกทักษะการบวกเลขในใจสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เป็นเวลา 5 วัน ๆ ละ 30-40 นาที จากแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการทดลองพบว่าการจัดโปรแกรมการฝึกทักษะการบวกเลขในใจให้นักเรียนสามารถทำให้ คะแนนความถี่ของพฤติกรรมการนับนิ้วของนักเรียนลดลง นักเรียนสามารถบวกเลขได้ถูกต้องมากขึ้น และมีความสามารถในการบวกเลขทั้ง 3 แบบ คือ แบบการหาผลบวก การหาตัวตั้ง และการหาตัวบวกเพิ่มขึ้นจากเดิม

ชัชวาลย์ กลุโกวิท (2524) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการคิดเลขในใจที่มีต่อช่วงความจำตัวเลข และได้สรุปผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนที่เพิ่มขึ้นของช่วงความจำตัวเลขในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกคิดเลขในใจจะมีช่วงความจำตัวเลขยาวกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการฝึก

นิลบล สุวรรณผ่องใส (2524) ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สามระหว่างการฝึกทุกวันกับการฝึกวันเว้นวัน พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกทุกวันกับกลุ่มที่ฝึกวันเว้นวันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ ระยะเวลาในการฝึกของทั้งสองกลุ่มยังใกล้เคียงกัน

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี (2524) ได้ศึกษาผลการเสริมทักษะการบวกเลข 2 หลัก ด้วยการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะและเกมคิดเลขเร็วของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-3 จำนวน 336 คน ที่แบ่งออกเป็น

3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการเสริมทักษะด้วยแบบฝึกหัดเสริมทักษะ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการเสริมทักษะด้วยเกมคิดเลขเร็ว และกลุ่มที่ 3 ไม่ได้รับการเสริมทักษะใด ๆ เลย ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการเสริมทักษะด้วยแบบฝึกหัดเสริมทักษะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด นักเรียนที่ได้รับการเสริมทักษะด้วยเกมคิดเลขเร็วมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรองลงมา ส่วนนักเรียนที่ไม่ได้รับการเสริมทักษะใด ๆ เลยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสุด

สุนทรี สุกัญจนาศรเศรษฐ์ (2534) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเลขในใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดเลขในใจ และอัตราเร็วเฉลี่ยในการคิดเลขในใจแต่ละเรื่อง คือ การบวก ลบ คูณ และหารเลขในใจอย่างง่าย และการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนที่มีหลายหลักของนักเรียนสูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อุษา เหลืองเจริญ (2535) ได้ทำการศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 28 คน เป็นระยะเวลา 1 ภาคเรียนการศึกษา ผลการศึกษพบว่า นักเรียนมีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และทักษะการบวก ลบ คูณ หารระคน สูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ดังนั้นจากตัวอย่างของงานวิจัยต่าง ๆ ดังกล่าวในข้างต้น จึงแสดงให้เห็นว่า การให้เวลาสำหรับการฝึกทักษะการคิดคำนวณแม้ภายในระยะเวลาการทดลองอันสั้นก็สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดคำนวณได้มากกว่าการไม่ได้รับการฝึกเลย ครูคณิตศาสตร์ซึ่งถึงแม้จะมีภารกิจหน้าที่การงานมาก ก็ควรจะให้ความสำคัญและเอาใจใส่ต่อการฝึกทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนอยู่เสมอ แม้จะมีระยะเวลาในการฝึกไม่มากนัก เพื่อช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดคำนวณที่ดีขึ้น และเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

1. จุดประสงค์ของการเรียนคณิตศาสตร์

หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้จัดวิชาคณิตศาสตร์ไว้ในกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด การคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ จึงต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2531)

1. มีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม
3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน

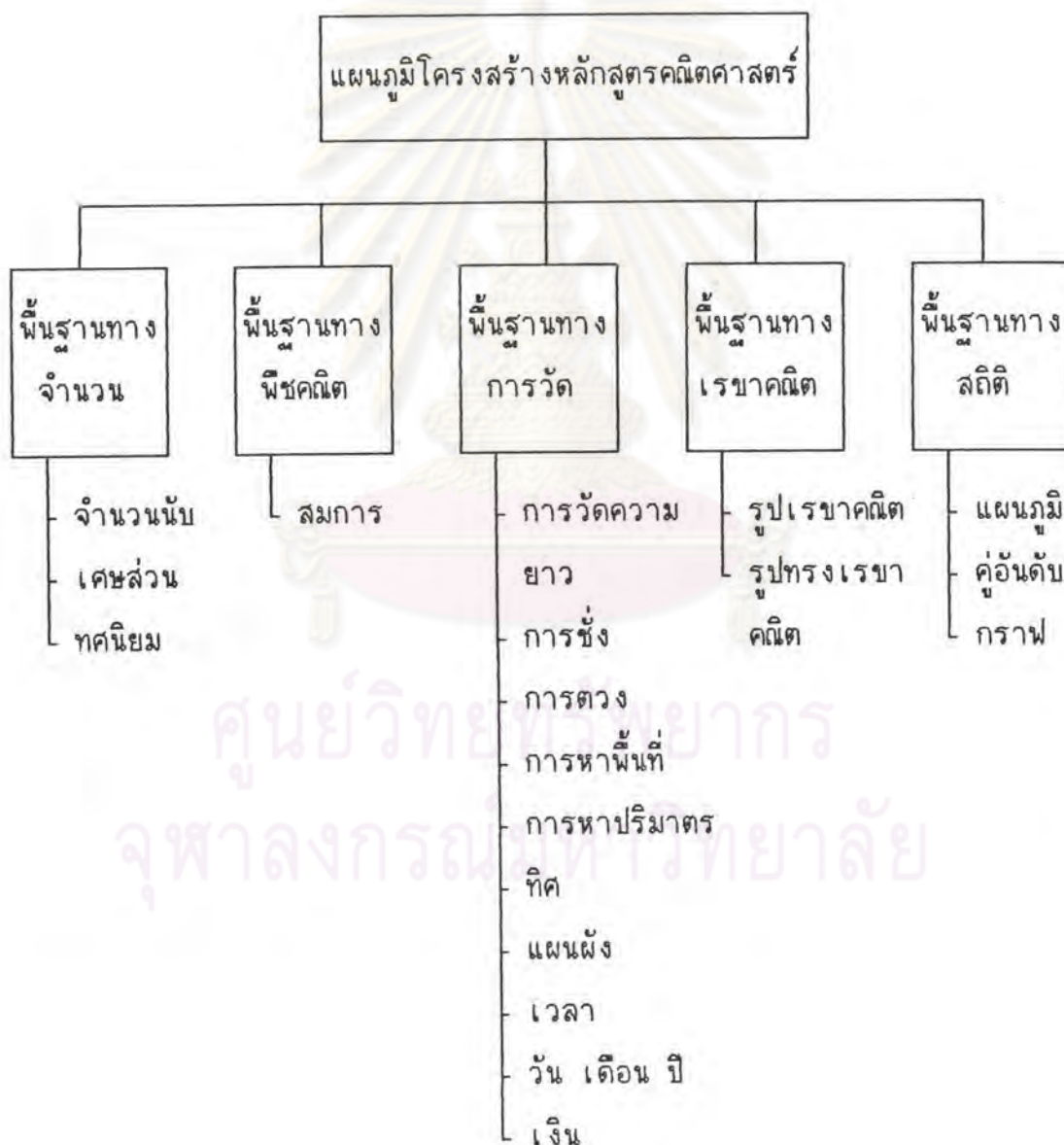
2. โครงสร้างเนื้อหาหลักสูตรคณิตศาสตร์

เนื้อหาของหลักสูตรคณิตศาสตร์มีโครงสร้างอันประกอบด้วยพื้นฐานในด้านต่าง ๆ 5 พื้นฐาน คือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2533)

1. พื้นฐานทางจำนวน เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม เป็นต้น
2. พื้นฐานทางพีชคณิต เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางจำนวน เช่น สมการ
3. พื้นฐานทางการวัด เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องการวัดความยาว การชั่ง การตวง การหาพื้นที่ การหาปริมาตร ทิศ แขนงผั่ง เวลา วัน เดือน ปี และเงิน เป็นต้น
4. พื้นฐานทางเรขาคณิต เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องรูปเรขาคณิต และรูปทรงเรขาคณิต เป็นต้น

5. พื้นฐานทางสถิติ เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง
แผนภูมิ คู่อันดับ และกราฟ เป็นต้น
ขอบข่ายของเนื้อหาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เขียนเป็น
แผนภูมิโครงสร้างได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา



การจัดโครงสร้างเนื้อหาคณิตศาสตร์ในแต่ละพื้นฐานจะจัดให้สัมพันธ์กัน เนื้อหาที่กำหนดไว้ในแต่ละพื้นฐานเป็นเรื่องที่จะต้องให้หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น เงิน เวลา การวัดความยาว การชั่ง การตวง พื้นที่ แผนภูมิ การบวก ลบ คูณ และหาร การจัดเนื้อหาในแต่ละระดับชั้นได้จัดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน เนื้อหาแต่ละเรื่องจัดไว้ในชั้นต่าง ๆ จะมีลักษณะบททวนเนื้อหาเดิมที่เคยเรียนมาแล้วในชั้นก่อน ดังนั้นการเรียนการสอนแต่ละเรื่องมิได้เรียนเพียงครั้งเดียวแล้วยุติ แต่จะซ้ำและบททวน แล้วจึงเพิ่มรายละเอียดของเนื้อหานั้น ๆ ให้เหมาะสมกับวัยและชั้นเรียนที่สูงขึ้น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2533) ได้เสนอแนะวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้บรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตรไว้ดังนี้คือ

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูควรต้องคำนึงถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยพยายามให้ผู้เรียนได้เข้าใจในหลักการของคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย เพราะความเข้าใจในหลักการจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นต่อไปได้ และเมื่อผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์แล้ว ครูควรจัดให้มีการฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว การฝึกทักษะมีความจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูจึงจำเป็นจะต้องให้ผู้เรียนฝึกให้มากพอ แบบฝึกหัดควรเป็นแบบฝึกที่ทำท่ายและน่าสนใจ ซึ่งอาจทำได้ในรูปของ เกม ปัญหาชวนคิด บัตรงาน เป็นต้น แบบฝึกหัดที่นำมาให้ผู้เรียนทำ ควรเป็นแบบฝึกหัดที่เริ่มจากง่ายไปหายากเพื่อให้ผู้เรียนอยากทำและอยากฝึกต่อไป

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นกิจกรรมที่เร้าให้ผู้เรียนสนใจ ประการที่สำคัญคือ กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นควรจัดให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในหลักสูตรกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการนำคณิตศาสตร์ไปใช้และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิชานี้

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลจึงควรต้องคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีจำนวน 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมที่ต้องใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่ ถ้าผู้เรียนยังไม่มีพื้นฐานความรู้เรื่องใด ควรจัดสอนทบทวนก่อน
 2. สอนเนื้อหาใหม่ โดยพิจารณาจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน กิจกรรมอาจจัดโดยใช้ของจริงหรือใช้รูปภาพ ก่อนจะเชื่อมโยงกับการใช้สัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์
 3. ฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนใหม่แล้ว ควรจัดให้ฝึกทักษะโดยใช้โจทย์แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน บัตรงาน หรือโจทย์ที่ครูสร้างขึ้นเอง โจทย์ที่นำมาฝึกทักษะควรเป็นทั้งโจทย์ที่เน้นเฉพาะทักษะการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหาควรเป็นโจทย์ที่มีความยากง่ายพอเหมาะ สำหรับโจทย์ข้อที่ยากควรให้เป็นปัญหาชวนคิดที่นักเรียนอาจทำหรือไม่ได้ได้ ในการฝึกทักษะครูควรพิจารณาปริมาณของงานที่จะให้ผู้เรียนไปทำ เป็นการบ้านด้วยและสำหรับผู้เรียนที่ทำแบบฝึกหัดผิดเล็กน้อย ครูอาจพิจารณาให้ผู้เรียนแก้ไขข้อผิดพลาดในข้อทำผิดนั้น ๆ โดยไม่ต้องแก้ไขใหม่ทั้งข้อเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการฝึก
 4. การประเมินผล การทดสอบว่าผู้เรียนมีความรู้เรื่องที่สอนไปหรือไม่นั้นอาจจะทดสอบโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติ หรือใช้ข้อสอบก็ได้ ทั้งนี้ให้พิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหา
 5. การซ่อมเสริม ในกรณีที่ผู้เรียนสอบไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด ครูจะต้องจัดการสอนซ่อมเสริม โดยการวิเคราะห์จากการทำข้อสอบของผู้เรียนว่าสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนไม่ผ่านตามจุดประสงค์ที่กำหนดเป็นเพราะเหตุใดบ้าง และเลือกใช้วิธีการสอนซ่อมเสริมให้เหมาะสมกับสาเหตุที่ผู้เรียนสอบไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนด
- ลำดับขั้นตอนการสอนดังกล่าวข้างต้นเป็นหลักกว้าง ๆ สำหรับครูจะได้นำไปเป็นแนวทางในการวางแผนการสอน ซึ่งครูสามารถเพิ่มเติมขั้นตอนปลีกย่อยได้อีกตามที่เห็นสมควรว่าจะช่วยให้การสอนได้ผลดีบรรลุตามจุดประสงค์ของหลักสูตร

4. การแบ่งเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตามลักษณะทักษะที่ต้องฝึก

การแบ่งเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตามลักษณะทักษะที่ต้องฝึก สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภท คือ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2529)

ประเภทที่ 1 ต้องการให้จำได้ชนิดที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ

ตัวอย่างเช่น หลังจากการสอนให้นักเรียนรู้จักความหมายของการคูณ และการนำไปใช้แล้ว ต้องฝึกทักษะให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้รวดเร็ว แม่นยำ เช่น สามารถบอกได้ทันทีว่า 4×9 เท่ากับ 36

การนับสิ่งของ ในกรณีที่สิ่งของซึ่งให้นับไม่เกิน 10 นักเรียนต้องสามารถบอกจำนวนสิ่งของได้ทันที ไม่ต้องนับ หนึ่ง สอง สาม สี่ ...

การบวกเมื่อทั้งตัวตั้งและตัวบวกเป็นเลขโดด (เลขโดด คือ เลข 0, 1, 2, 3, ..., 9) นักเรียนต้องสามารถบอกผลบวกที่ได้จากการบวกเลขโดดกับเลขโดดได้ทันทีโดยไม่ต้องนับ เช่น $9+8$ ต้องบอกได้โดยทันทีว่า 17 ไม่ใช่ต้องนับนิ้วต่อจาก 9 อีก 8 นิ้ว เป็น สิบ, สิบเอ็ด, ..., สิบเจ็ด

การลบเมื่อทั้งตัวตั้งและตัวลบเป็นเลขโดดที่ตัวตั้งมากกว่าตัวลบ และการลบในกรณีที่ตัวตั้งเป็นเลขสองหลักที่มีค่าไม่เกิน 20 และตัวลบเป็นเลขโดด ควรได้รับการฝึกฝนให้สามารถหาผลลบได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ

การคูณเมื่อตัวตั้งและตัวคูณเป็นเลขโดดต้องได้ผลคูณถูกต้อง แม่นยำในเวลาอันสั้น

การหาร กรณีที่ตัวหารและผลหารไม่เกิน 12 ต้องบอกผลหารได้ถูกต้อง แม่นยำในเวลาอันสั้น

สูตรต่าง ๆ เช่น สูตร หาพื้นที่ ปริมาตร ความยาวรอบรูป พื้นที่ผิว หน่วยวัดความยาว หน่วยการชั่งและตวง ฯลฯ

ความหมายของศัพท์ที่นิยามเฉพาะ เช่น เปอร์เซ็นต์ ร้อยละ กำไร ขาดทุน รูปสมมาตร ส่วนของเส้นตรง ฯลฯ

ประเภทที่ 2 ต้องการให้จำกระบวนการได้ และสามารถนำกระบวนการไปใช้อย่างถูกต้อง

ตัวอย่างเช่น แสดงการหาคำตอบโดยใช้วิธีการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มได้ เช่น บวกจำนวนที่เขียนแสดงด้วยตัวเลขตั้งแต่ 2 หลักขึ้นไป ต้องบวกเลขโดดในหลักเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยเริ่มบวกที่หลักหน่วย ถ้าผลลัพธ์ไม่ใช่เลขโดดต้องนำหลักสิบของผลลัพธ์ไปรวมกับผลลัพธ์ของการบวกเลขในหลักถัดไปทางซ้าย ฯลฯ

แสดงการหา ค.ร.น และ ห.ร.ม ได้ถูกต้อง
แสดงการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนได้ถูกต้อง
สามารถนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ด้วยวิธีต่าง ๆ ได้

อย่างเหมาะสม

แสดงวิธีการหารสั้น และหารยาวได้
ทำทศนิยมเป็นเศษส่วน หรือเศษส่วนเป็นทศนิยมได้
ฯลฯ

ประเภทที่ 3 ต้องฝึกฝนให้นำทักษะพื้นฐานและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนที่ฝึกฝนค่อนข้างยากและค่อนข้างมีปัญหาในการฝึก จึงอาจต้องใช้เวลาและใช้เทคนิคการสอนค่อนข้างมาก เพราะผู้ที่จะนำความรู้ไปใช้ได้ต้องเป็นคนคิดเป็น

ตัวอย่างเช่น การเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร หรือ โจทย์ปัญหาระคน

การอ่าน เวลา ตารางเวลา และแผนภูมิชนิดต่าง ๆ
การเขียนแผนที่ กราฟ และแผนภูมิชนิดต่าง ๆ
การทำบันทึกรายรับรายจ่าย
ฯลฯ

5. เนื้อหาเรื่องการคูณระดับประถมศึกษา

เนื้อหาเรื่องการคูณระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) สามารถแบ่งแยกตามระดับชั้น

ได้ดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2531)

ตารางที่ 2 เนื้อหาเรื่องการคูณระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6
1. ความหมายของการคูณ 2. สัญลักษณ์ \times และการเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ 3. การคูณระหว่างจำนวนที่มีหลักเดียวกับจำนวนที่มีหลักเดียว 4. การหาผลคูณจำนวนที่มีสองหลักกับจำนวนที่มีหลักเดียว 5. การสลับที่ของจำนวนที่นำมาคูณกัน 6. การเปลี่ยนกลุ่มของจำนวนที่นำมาคูณกัน 7. สมบัติการแจกแจง 8. การแสดงวิธีทำและโจทย์เกี่ยวกับการคูณ	1. การคูณระหว่างจำนวนที่ไม่เกินสี่หลัก 2. การคูณระหว่างจำนวนที่มีสามหลัก 3. การสลับที่และการเปลี่ยนกลุ่มของจำนวนที่นำมาคูณกันและสมบัติการแจกแจง 4. โจทย์ปัญหาการคูณ	1. การคูณจำนวนที่มีหลายหลัก 2. สมบัติการสลับที่ของการคูณ 3. สมบัติการเปลี่ยนกลุ่มได้และสมบัติการแจกแจง

6. ความหมายของทักษะการคูณ

ทักษะการคูณ มีความหมายมาจากการประสมคำระหว่างคำว่า ทักษะ กับ การคูณ

จากที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ทักษะ (skill) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้อย่างถูกต้องด้วยความคล่องแคล่ว ว่องไว และรวดเร็ว อยู่เสมอ ๆ

การคูณ (Multiplication) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2529) ได้กล่าวไว้ว่า "การคูณ เป็นการกระทำของจำนวนอีกวิธีหนึ่งที่แตกต่างกันจากการลบแต่สัมพันธ์กับการบวก เพราะเป็นการบวกชนิดหนึ่งที่จำนวนที่นำมาบวกมีค่าเท่า ๆ กัน" เพราะฉะนั้น การคูณจึงหมายถึง การบวกจำนวนที่เท่า ๆ กัน หลาย ๆ จำนวน ซึ่งแสดงด้วยการคูณจำนวนเพียงสองจำนวน คือ จำนวนครั้งที่นำมาบวกกับจำนวนแต่ละครั้งที่เท่ากัน

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535) กล่าวว่า การคูณเป็นการหาผลรวมอย่างรวดเร็วของจำนวนสองจำนวน หรือมากกว่าที่เท่า ๆ กัน

ชูชาติ เชิงฉลาด (2521) ได้ให้ความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณ มีความหมาย 2 ลักษณะ คือ

1) การคูณเป็นการแสดงการหาคำตอบอย่างง่าย ๆ ที่ได้มาจากการบวกจำนวนที่เท่า ๆ กัน หลาย ๆ ครั้งด้วยการนำเอาจำนวนที่เท่ากันคูณกับจำนวนครั้งที่นำมาบวกกัน

2) การคูณเป็นการจัดคู่สิ่งของของสมาชิกในเซตสองเซต

ดังนั้นจากความหมายของทักษะและความหมายของการคูณดังกล่าวข้างต้น สามารถให้ความหมายของทักษะการคูณได้ คือ ทักษะการคูณ หมายถึง ความสามารถในการหาผลบวกของจำนวนสองจำนวน หรือมากกว่าที่เท่า ๆ กัน ได้อย่างชำนาญ คล่องแคล่ว ว่องไว และรวดเร็วอยู่เสมอ โดยไม่เสียเวลาคิด หรือเตรียมตัวมากจนเกินไป

7. ความสำคัญของการคุณ

การคุณเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หลักสูตรประถมศึกษาได้จัดให้นักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ได้เรียนและฝึกฝนให้มีทักษะการคุณ ทั้งนี้เพราะการคุณเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ดังนี้คือ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2529)

1. การคุณเป็นเครื่องมือที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์
2. การคุณเป็นทักษะที่สัมพันธ์กับการบวก การลบ และการหาร ทั้งนี้เพราะการคุณจะต้องอาศัยการบวกเป็นพื้นฐาน ส่วนการลบและการหารเป็นส่วนกลับของการบวกและการคูณ ดังนั้นถ้านักเรียนมีทักษะการคูณจะทำให้ทักษะอื่นตามไปด้วย
3. การคุณเป็นทักษะการคิดคำนวณขั้นพื้นฐานที่จะใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ และเป็นพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง
4. การคิดคำนวณเรื่องต่าง ๆ เช่น การหาพื้นที่ การก่อสร้าง และอื่น ๆ ต้องอาศัยทักษะการคุณเป็นเครื่องมือทั้งสิ้น
5. การคุณเป็นเครื่องมือทำให้คิดคำนวณเรื่องต่าง ๆ ได้รวดเร็ว
6. การคุณเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นของคนเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน

8. วิธีสอนเรื่องการคุณ

ในการสอนเรื่องการคุณนั้นครูอาจจะคิดว่า ประสบการณ์ของเด็กที่เกี่ยวกับวิธีคูณก่อนมาเข้าโรงเรียนนั้นเกือบจะไม่มีเลย จึงอาจจะนึกว่าการสอนวิธีคูณคงจะยากกว่าการสอนวิธีบวก และลบ เนื่องจากเด็กยังขาดพื้นฐานที่เรียนต่อไป แต่ถ้าเข้าใจความหมายของการคูณแล้วจะพบว่า วิธีคูณก็คือ วิธีบวกตัวเลขที่เด็กรู้จักแล้วให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ซึ่งก็เท่ากับว่าเด็กมีประสบการณ์ที่จำเป็นสำหรับการคูณอยู่บ้าง ดังนั้นการจะสอนการคูณควรจะเริ่มสอนได้เมื่อนักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะการบวกอย่างดีแล้ว ซึ่งถ้านักเรียนแก้ปัญหาชีวิตประจำวันโดยวิธีการคูณไม่ได้ก็อาจจะใช้วิธีการบวกแทนได้ เพราะฉะนั้น ถ้านักเรียนยังไม่มีทักษะการบวกจึงจำ

เป็นต้องฝึกให้มีทักษะการบวกเสียก่อนแล้วจึงเริ่มสอนการคูณต่อไป

การสอนให้เด็กมีความสามารถในการคูณได้ถูกต้องและรวดเร็วพอสมควรนับว่าเป็นเรื่องสำคัญในการสอนคณิตศาสตร์ เด็กไทยในปัจจุบันจำนวนไม่น้อยยังคูณเลขผิดพลาดเสมอ ๆ ทั้ง ๆ ที่เรียนคูณมาแล้ว ดังเช่นผลงานวิจัยของ อารีย์ อัศว-ปราการกุล (2529) ที่พบว่า จากนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรจำนวน 566 คน จะมีนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในการคูณถึง 534 คน คิดเป็นร้อยละ 94.35 ซึ่งเป็นจำนวนที่สูงมาก ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากวิธีการสอนของครู

วิธีการสอนคูณที่มักจะทำกันอยู่โดยทั่วไป คือ ก่อนที่จะสอนเรื่องการคูณ ครูจะสั่งให้นักเรียนท่องจำสูตรคูณหลังปกสมุดจนขึ้นใจ เมื่อถึงเวลาสอนครูก็จะตั้งโจทย์ให้ในกระดาน แล้วถามนักเรียน เช่น 9×7 เท่ากับเท่าไร 8×6 เท่ากับเท่าไร การที่นักเรียนตอบได้ถูกต้องอาจจะเป็นเพราะ ความสามารถในการท่องจำสูตรคูณหลังปกสมุดมากกว่าการเข้าใจความหมายของการคูณ จึงมักจะจำผิดพลาดได้ง่าย เช่น เด็กมักจะตอบว่า $9 \times 7 = 72$, $8 \times 6 = 56$, $7 \times 5 = 42$ ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องจะเลยไป ทั้งนี้เพราะก่อนจะตอบได้เด็กจะท่องในใจแล้วจึงเปล่งเสียงตอบ ทำให้เด็กท่องเลยไป เพราะความยังไม่อยู่ และทุกครั้งที่ตั้งคำถามเพื่อให้หาผลคูณ เด็กจะต้องคิดท่องในใจไล่ตั้งแต่ 1 เช่น $6 \times 1 = 6$, $6 \times 2 = 12$, ... จนถึง $6 \times 9 = 54$ ครูมักจะชอบใช้วิธีสอนแบบให้ท่องจนขึ้นใจ เพราะครูดูคิดและเข้าใจว่า ถ้าเด็กท่องจำสูตรคูณได้ขึ้นใจแล้วจะเกิดความเข้าใจในเรื่องการคูณและสามารถคูณเลขได้รวดเร็วและถูกต้อง แต่ความเป็นจริงแล้วมิได้เป็นเช่นนั้น สาเหตุสำคัญซึ่งทำให้นักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องการคูณก็เพราะผู้เรียนยังขาดความคิดรวบยอดในเรื่องการคูณ (สุชาติ รัตนกุล, มปป.)

ดังนั้นในการสอนคูณครูจึงควรสอนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือเกิดความเข้าใจในเรื่องการคูณ และกระบวนการคูณเลขได้ถูกต้องและรวดเร็วพอสมควรก่อน ต่อจากนั้นจึงเริ่มสอนเรื่องของสูตรคูณ เพื่อให้เด็กท่องสูตรคูณได้เพราะความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ และในระหว่างการสอนคูณนั้นครูจะต้องรู้จักใช้กิจกรรมและอุปกรณ์ต่าง ๆ มาช่วยประกอบการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้นและสนุกสนานกับการเรียนการสอนนั้น นอกจากนี้เมื่อนักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอด และกระบวนการคูณดีแล้ว ครูควรจะสนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดแต่พอ-

สมควร เพื่อสร้างทักษะการคูณ และเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องการคูณอย่างแท้จริง

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535) ได้เสนอแนะวิธีสอนเรื่องการคูณไว้ดังนี้

1. การสอนความหมายของการคูณ สามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะ

1.1 การคูณเป็นการนำจำนวนที่เท่า ๆ กัน สองจำนวนหรือมากกว่ามารวมกัน การคูณจึงเป็นวิธีลัดของการบวก ซึ่งสามารถอธิบายให้เข้าใจโดยการแสดงด้วยภาพ แสดงในรูปของเซต แสดงในรูปของเส้นจำนวน และแสดงในรูปของประโยคสัญลักษณ์

1.2 การคูณในแง่คาร์ทีเซียน ซึ่งเป็นการจัดคู่สิ่งของสมาชิกในเซตสองเซต โดยครูจะต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจโดยใช้การยกตัวอย่างเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้มาก ๆ ด้วยการใช้สิ่งของหรือรูปภาพนักเรียนก็จะสามารถเข้าใจได้ เช่น เหตุการณ์จากโจทย์ที่ว่า หญิงสาวคนหนึ่งมีเลื้อยอยู่ 2 ตัว สีขาวกับสีเหลือง และมีกระโปรงอยู่ 3 ตัว สีดำ สีน้ำตาล สีขาว หญิงสาวผู้นี้จะมีโอกาสสวมเลื้อยกับกระโปรงเข้าชุดกันไว้กี่แบบ เป็นต้น

2. การสอนคูณจำนวนที่แสดงด้วยตัวเลขหนึ่งหลัก โดยใช้ตารางคูณ (ตารางการคูณระหว่างจำนวนนับตั้งแต่ 1 ถึง 9) ซึ่งเป็นการคูณพื้นฐานที่นักเรียนควรจะฝึกฝนให้เกิดความคล่องแคล่ว และรวดเร็วเพื่อนำไปใช้ในการคูณจำนวนอื่น ๆ ต่อไป

3. การสอนสมบัติของการคูณ เมื่อเด็กเข้าใจ และสามารถคูณได้ดีแล้วควรให้ทราบถึงสมบัติต่าง ๆ ของการคูณ เพื่อช่วยให้เด็กมีความเข้าใจ และเกิดความคิดเกี่ยวกับการคูณได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถนำเอาสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ไปช่วยในการคิดคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพ ในระดับประถมศึกษาสมบัติของจำนวนที่นำมาใช้ในการคูณมี 4 ประการคือ

3.1 สมบัติการสลับที่ เมื่อนำจำนวนสองจำนวนคูณกัน การสลับอันดับที่ของจำนวนทั้งสองที่คูณกัน ย่อมทำให้ผลคูณไม่เปลี่ยนแปลง

3.2 สมบัติการเปลี่ยนกลุ่มของการคูณ ในการคูณจำนวนหลายจำนวน จะคูณจำนวนคู่ใดก่อนก็ได้ผลคูณย่อมไม่เปลี่ยนแปลง

3.3 สมบัติเอกลักษณ์ของการคูณ มี 1 เป็นเอกลักษณ์ของการคูณ เพราะ 1 เป็นจำนวนที่ทำให้ $a \times 1 = a$ หรือ $1 \times a = a$ เมื่อ a เป็นจำนวนนับ หรือศูนย์

3.4 สมบัติแจกแจงของการคูณในรูปของการบวก เมื่อมีจำนวนอยู่จำนวนหนึ่งคูณกับจำนวนหลายจำนวนบวกกันจะมีค่าเท่ากับ ผลบวกของจำนวนนั้นคูณกับจำนวนแต่ละจำนวนที่บวกกัน

4. การสอนคูณจำนวนที่แสดงด้วยตัวเลขหลายหลัก

4.1 การคูณเมื่อตัวประกอบตัวหนึ่งเป็นสิบ หรือเลขยกกำลังของสิบ

4.2 การคูณเมื่อตัวประกอบตัวหนึ่งเป็นจำนวนที่มีหลักเดียว ตัวประกอบอีกตัวหนึ่งเป็นจำนวนที่เป็นพหุคูณของ 10 และพหุคูณของเลขยกกำลังของ 10

4.3 การคูณเมื่อตัวประกอบตัวหนึ่งเป็นจำนวนที่มีหลักเดียว ตัวประกอบอีกตัวหนึ่งเป็นจำนวนที่มีตัวเลขตั้งแต่สองหลักขึ้นไปทั้งแบบไม่มีทศและมิตท

4.4 การคูณเมื่อตัวประกอบทั้งสองเป็นจำนวนที่มีหลายหลัก จุดประสงค์สำคัญในการสอนคูณก็คือ ให้นักเรียนสามารถคูณด้วยวิธีลัดได้ การคูณในรูปแบบอื่น ๆ โดยเฉพาะการคูณในรูปกระจายเป็นแต่เพียงวิธีการที่ครูสาธิตให้นักเรียนดูเพื่อนำไปอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเหตุผลในการคูณด้วยวิธีลัด เช่น ทำไมจึงต้องคูณทีละตัว ทำไมต้องนำผลคูณที่ได้จากการคูณทีละตัวมารวมกัน ทำไมทศหนึ่งให้หลักที่อยู่ถัดไปทางซ้ายมือ เป็นต้น

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องในการคูณของนักเรียน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการคูณของนักเรียน จะพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องการคูณหลายด้านด้วยกัน ดังนี้คือ

Busswell and John (1926 อ้างถึงใน อารีย์ อัครปรากการกุล, 2529) ได้วินิจฉัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหาร และได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการคูณคือ ข้อบกพร่องด้วยการคูณด้วยศูนย์ ทศตัวเลขผิด ลืมทศ เขียนจำนวน

ทดผิด ทดผิดเมื่อเป็นศูนย์ ใช้ตัวตั้งเป็นตัวคูณ ผิดพลาดเรื่องเกี่ยวกับตำแหน่งของผลคูณ
 บางหลัก คุณทางซ้ายก่อน สับสนเกี่ยวกับผลลัพธ์เมื่อคุณจำนวนมากกว่า 2 หลัก

Blair (1964 อ้างถึงใน จินดา ลิมถาวรศิริวงศ์, 2526) ได้ทำ
 การศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารของนักเรียนเกรด
 8 จำนวน 106 คน ได้พบข้อบกพร่องในการคูณ คือ มีข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวก
 จำนวนทศ ใช้ตัวตั้งสำหรับการคูณเป็นตัวคูณ ผิดพลาดเนื่องจากการรวมผลคูณ ทด
 จำนวนผิด ผิดพลาดเกี่ยวกับการรวมเลขศูนย์โดด ๆ หรือศูนย์เป็นตัวคูณ ผิดพลาดเนื่อง
 จากการอ่าน และผิดพลาดเนื่องจากตำแหน่งของผลคูณบางส่วน

Ellis (1972) ได้ศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องจำนวนเต็ม
 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแบบต่าง ๆ ที่นักเรียนประถม-
 ดศึกษามักจะทำผิดเสมอ ๆ เกี่ยวกับการคำนวณ และได้ปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัย โดย
 ศึกษาทั้งนักเรียนเกรด 6 จำนวน 690 คน นักเรียนแต่ละคนได้รับการทดสอบด้วยแบบ
 ทดสอบค้นหาข้อบกพร่องเรื่องจำนวนเต็ม แล้วแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พวก
 ที่ตอบถูกต้องทั้งหมด พวกที่ทำถูกวิธีแต่ตอบคำถามผิด และพวกที่ทำผิดทั้งวิธีและคำตอบ นำ
 แบบทดสอบของนักเรียนพวกที่ทำวิธีถูกแต่ได้คำตอบผิดมาหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ผลจาก
 การศึกษาพบข้อบกพร่องในด้านการบวก ร้อยละ 17 การคูณจำนวนที่มีหลักเดียว ร้อยละ
 14 การคูณจำนวนที่มีสองหลัก ร้อยละ 16

Ashlock (1982) ได้ศึกษาข้อบกพร่องในการคิดคำนวณของนักเรียน
 ระดับชั้นประถมศึกษาโดยใช้วิธีการสังเกต และวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการคิดคำนวณ
 จากกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคน สำหรับตัวอย่างที่เป็นข้อบกพร่องในการคูณ
 ของนักเรียน มีดังนี้คือ การลิมลบตัวทศทำให้มีการทศผิดจำนวน, ลิมบวกตัวทศ, รวมค่า
 ของตัวทศกับตัวตั้งก่อนแล้วจึงนำไปคูณกับตัวคูณ, ผิดพลาดเกี่ยวกับวิธีคูณเมื่อตัวคูณมีจำ-
 นวนตั้งแต่สองหลักขึ้นไป โดยจะใช้วิธีการบวกมาปนกับวิธีการคูณเวลาคูณจึงนำตัวเลข
 ในหลักที่ตรงกันมาคูณกัน, เมื่อตัวคูณมีจำนวนหลักน้อยกว่าตัวตั้งจะนำตัวเลขในหลักซ้าย

สุดของตัวคุณไปใช้คุณกับตัวตั้งในหลักถัดไป, ไม่เข้าใจเรื่องค่าประจำหลักของตัวคุณทำให้ใส่ผลคูณของตัวคุณผิดหลักไป, สิมลบตัวทตตั้งนั้นเมื่อมีการคูณในหลักต่อไปจะนำตัวทตเดิมมาบวกกับตัวทตของการคูณอีกหลักหนึ่ง ทำให้ได้ผลคูณในหลักนั้นผิดไป, นำผลคูณของแต่ละหลักที่ได้มาลบกันแทนการบวก, เมื่อมีตัวทตในหลักของตัวตั้งเป็นเลข 0 จะนำตัวคุณไปคูณกับ 0 ก่อน แล้วจึงนำตัวทตไปรวมกับผลคูณของตัวตั้งในหลักถัดไปทำให้ได้ผลคูณในหลักนั้นผิด

สำหรับงานวิจัยของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการคูณของนักเรียนยังไม่มีมากนัก ซึ่งงานวิจัยของ อารีย์ อัครปราการกุล (2529) เรื่อง ชนิดและสาเหตุของการคูณผิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดเพชรบุรี เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาข้อบกพร่องในการคูณผิดของนักเรียน โดยในการวิจัยผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามวินิจฉัยและแบบสัมภาษณ์เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับวิธีคูณ ร้อยละ 65.16 การผิดพลาดเกี่ยวกับการทต ร้อยละ 58.47 การผิดพลาดเกี่ยวกับการใช้ 0 ในการคูณ ร้อยละ 48.50 สูตรคูณผิด ร้อยละ 58.47 การผิดพลาดเกี่ยวกับการรวมผลคูณแต่ละหลัก ร้อยละ 27.15 และการผิดพลาดเกี่ยวกับการวางผลคูณแต่ละหลัก ร้อยละ 23.41 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุของการคูณผิดในข้อผิดพลาดของการคูณแต่ละชนิดไว้ด้วย จึงนับเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจอย่างยิ่ง

ดังนั้นจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องในการคูณของนักเรียนจะช่วยทำให้ครูได้เห็นหรือเข้าใจถึงความผิดพลาดที่อาจจะเกิดในการคูณของนักเรียน จึงทำให้ครูสามารถวางแผนการเรียนการสอนเรื่องการคูณของนักเรียนให้รอบคอบยิ่งขึ้น เมื่อมิให้เกิดข้อบกพร่องต่าง ๆ ดังกล่าว และได้แนวความคิดในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการคิดคำนวณของนักเรียนซึ่งจะทำให้สามารถจัดการสอนซ่อมเสริมเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องให้แก่นักเรียนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

10. แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคูณ

ในการจัดกิจกรรมการพัฒนาทักษะการคูณ ครูจะต้องมีหลักการเพื่อยึดเป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคูณให้มีประสิทธิภาพดังต่อไปนี้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2529)

1. ก่อนพัฒนาทักษะการคูณนักเรียนต้องมีทักษะการบวกอย่างดีแล้ว
2. วิธีพัฒนาทักษะการคูณควรให้ได้สังเกตเห็นของชนิดเดียวกันที่รวมกันอยู่เป็นหมู่ ๆ ละเท่ากัน และนับเพิ่มสิ่งของที่เป็นหมู่ ๆ ละเท่า ๆ กัน แล้วนำมาตั้งเป็นปัญหาให้นักเรียนหาคำตอบ เช่น นก 5 ตัวมีกี่ปีก หุน 3 ตัวมีกี่ขา เรือบิน 5 ลำมีกี่ปีก หมา 3 ตัวมีกี่ตา คน 3 คนมีกี่นิ้ว เป็นต้น
3. ให้นักเรียนเล่นเกมแข่งกันเป็นหมู่ เช่น เกมร้อยลูกปัด ให้กลุ่มหนึ่ง ๆ ร้อยลูกปัดหลาย ๆ สี และสีหนึ่งหลาย ๆ ลูก เท่า ๆ กันตามคำสั่งของครูและเวลาที่กำหนดให้
4. ให้นักเรียนแสดงการละเล่นที่สัมพันธ์กับการฝึกทักษะคูณ เช่น การเล่นเกมหาสมบัติ เป็นต้น
5. ให้นักเรียนฝึกท่องสูตรคูณให้แม่นยำ โดยการฝึกท่องสูตรคูณจากตารางคูณจะให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการคูณ และท่องสูตรคูณแม่ 1-9 ได้อย่างคล่องแคล่ว สำหรับการคูณด้วย 0 จะไม่ได้นำมารวมในตารางคูณด้วย ทั้งนี้เพราะ 0 มีลักษณะพิเศษคือคูณกับจำนวนใดย่อมได้ 0 เสมอ นักเรียนจึงไม่จำเป็นต้องท่องจำสูตรคูณแม่ 0 เพียงแต่จำสมบัติของ 0 ในการคูณก็พอ ซึ่งวิธีการท่องสูตรคูณที่ถูกต้องและสามารถสื่อความหมายของการคูณให้นักเรียนได้เข้าใจ โดยใช้ตารางคูณก็คือ ให้ใช้จำนวนในแถวแรกตามแนวตั้งเป็นจำนวนแรกซึ่งเรียงลำดับจาก 1-9 และใช้จำนวนในแถวแรกตามแนวนอนเป็นจำนวนที่สองซึ่งครั้งที่ จะทำให้เป็นการเพิ่มขึ้นครั้งละเท่า ๆ กัน ได้ที่ท่องสูตรคูณที่สอดคล้องกับความหมายของการคูณ สำหรับสูตรคูณแม่อื่น เช่น แม่ 11, 12, 13 หรืออื่น ๆ ถ้านักเรียนสามารถท่องได้ก็จะเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียน (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2535)
6. จัดกิจกรรมให้นักเรียนท่องสูตรคูณอย่างสม่ำเสมอ เช่น การฝึกหาคำตอบของผลคูณด้วยปากเปล่าตามคำสั่งครู สร้างบัตรฝึกหัดการคูณเป็นชุด ๆ ซึ่งมี

การเฉลยคำตอบแจกไว้ให้ด้วยเพื่อให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง เป็นต้น

7. เนื้อหาที่นำมาสอนเรื่องการคูณควรจะเรียบลำดับจากง่ายไปหายากตามลำดับชั้นการสอนซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สร้างขึ้น เช่นตามลำดับชั้นการสอนของคุณของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย หรือตามลำดับชั้นการสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันสร้างขึ้น

8. กิจกรรมการฝึกทักษะการคูณ จะต้องให้นักเรียนได้ปฏิบัติคิดคำนวณอย่างถูกต้อง และรู้วิธีนำทักษะการคูณไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยนำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาสร้างเป็นโจทย์ปัญหา

9. ควรให้นักเรียนฝึกทักษะการนำสูตรคูณไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

10. จัดกิจกรรมการคูณให้สัมพันธ์กับทักษะอื่น

การพัฒนาทักษะการคูณโดยใช้เทคนิคการคูณเลขเร็ว

จากการศึกษารายสมรรถภาพของกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การฝึกให้นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีความสามารถในการคิดเลขเร็ว นั้นเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผลจากการประเมินสมรรถภาพการคิดเลขเร็วของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติตั้งแต่ปีการศึกษา 2528-2532 พบว่านักเรียนมีคะแนนด้านการคิดเลขเร็วโดยเฉลี่ยเมื่อเทียบ 10 แล้วอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือได้คะแนนเท่ากับ 1.58 , 1.50 , 1.22 , 1.56 และ 1.59 ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2532) จึงแสดงให้เห็นว่าครูสอนคณิตศาสตร์ยังมิได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิดเลขเร็วเท่าที่ควร

1. จุดประสงค์ของการสอนเทคนิคการคูณเลขเร็ว

การสอนเทคนิคการคูณเลขเร็วมีจุดประสงค์เพื่อ พัฒนาความสามารถในการคูณของนักเรียนให้มีความรวดเร็วภายในเวลาอันจำกัด และยังสามารถตอบสนองต่อหลักของการเรียนรู้ในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลอีกประการหนึ่งด้วย ทั้งนี้เพราะ นักเรียนที่เก่งจะได้ใช้เวลาในการเรียนรู้เทคนิคการคูณเลขเร็ว ซึ่ง

เป็นประโยชน์และท้าทายความสามารถเพื่อให้เขาได้พัฒนาไปตามความสามารถในการ
 คุณที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่ ส่วนนักเรียนที่อยู่ในระดับปานกลางและอ่อนบางส่วนซึ่งเรียน
 รู้เทคนิคการคูณเลขเร็วได้ช้าก็จะได้ตระหนักและเห็นคุณค่าของการคิดเลขเร็ว ดังนั้น
 สิ่งที่ครูควรตระหนักถึงในการสอนเทคนิคการคูณเลขเร็วก็คือ นักเรียนทุกคนอาจจะไม่
 สามารถเรียนรู้เทคนิคการคูณเลขเร็วได้อย่างเต็มที่เท่ากัน แต่ครูก็ควรจะให้โอกาส
 เขาได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีประโยชน์ ทั้งนี้เพราะเมื่อเวลาผ่านไปเขาอาจจะสามารถเข้าใจ
 ในสิ่งนั้นได้ดีขึ้น

2. การจัดกิจกรรมการสอนเทคนิคการคิดเลขเร็ว

ฉัตรพงษ์ ทวีวรรณ (2533) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดกิจกรรม
 การสอนเทคนิคการคิดเลขเร็ว ไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกการคิดเลขเร็วแบบต่าง ๆ อยู่เสมอ
 เช่น เทคนิคการบวก ลบ คูณ หหารเลขหลายหลัก เป็นต้น และฝึกให้นักเรียนได้รู้จัก
 ใช้สมบัติต่าง ๆ ของการคิดคำนวณมาช่วยในการแก้ปัญหาคำนวณ เช่น ใช้สมบัติการแจก
 แจงของการคูณในรูปของการบวกมาช่วยในการคูณจำนวนที่ใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ
 จำนวนเต็มร้อย จำนวนเต็มพัน ให้รวดเร็วยิ่งขึ้น เป็นต้น โดยในขั้นต้น ๆ ให้นักเรียน
 ทำแบบฝึกคิดเลขเร็วด้วยหลักการเดียวในจำนวนน้อย ๆ ขอก่อน พร้อมทั้งไม่ต้องแสดง
 วิธีคิดหาคำตอบ เพียงแต่ครูให้กระดาษทดสำหรับเขียนหรือทดเลขได้เท่าที่จำเป็น จะ
 ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยและสามารถนำหลักการคิดเลขเร็วมาใช้ได้มากขึ้น การ
 ให้นักเรียนได้แสดงวิธีคิดหาคำตอบขั้นต้น ๆ ของการฝึกนั้นก็เพื่อให้ครูได้ตรวจสอบว่า
 นักเรียนได้นำหลักการคิดเลขเร็วมาใช้ในการคิดหาคำตอบหรือไม่ หากพบว่านักเรียน
 มีข้อบกพร่องในหลักการหรือความคิดรวบยอดในเรื่องใด ครูก็สามารถแก้ไขได้ทันที จะ
 ได้ไม่ปล่อยให้ล่วงเลยไป

2. การให้นักเรียนทำแบบฝึกคิดเลขเร็วก่อนที่จะสอนคณิตศาสตร์
 ทุก ๆ ครั้ง ครั้งละประมาณ 5-10 นาที จะเป็นการเพิ่มทักษะการคิดเลขเร็วได้เป็น
 อย่างดี เพราะทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับโจทย์คิดเลขเร็ว และได้พัฒนาความ
 เร็วในการทำแบบฝึก และการให้นักเรียนทำแบบฝึกมากพอจนเกิดทักษะจะทำให้เด็ก-

เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ และสามารถนำหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ในการวัดและประเมินผลในสมรรถภาพการคิดเลขเร็ว ควรเน้นการนำวิธีการคิดเลขเร็วมาใช้ให้มากขึ้น รวมทั้งการลดเวลาในการทำข้อสอบในจำนวนข้อที่เท่าเดิมด้วยการเขียนข้อทดสอบที่สามารถหาคำตอบได้หลาย ๆ วิธี หนึ่งในวิธีหาคำตอบนั้น ๆ ก็คือการหาคำตอบด้วยวิธีลัด ทั้งนี้ก็เพื่อให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ตระหนักและเห็นคุณค่าของการคิดเลขเร็ว อันเป็นสมรรถภาพพื้นฐานที่จะนำไปสู่การคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่งเป็นจุดหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

4. ครูควรให้การสนับสนุนการสอนคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น โดยการจัดให้มีกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น กิจกรรมคิดเลขในใจก่อนเรียนคณิตศาสตร์ กิจกรรมแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ แข่งขันคิดเลขเร็ว หรือเน้นให้มีการท่องจำสูตรคูณประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกใช้เทคนิคการคูณเลขเร็วแบบต่าง ๆ ที่เรียนไป

ลำดับขั้นการเรียนรู้

1. ความหมายของการวิเคราะห์งาน

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การฝึกทักษะที่ดีจะต้องมีลำดับขั้นในการฝึก การสร้างลำดับขั้นในการฝึกสามารถทำได้โดยอาศัยหลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของลำดับขั้นการเรียนรู้ มาช่วยในการจำแนกหรือวิเคราะห์ทักษะที่จะฝึกออกเป็นทักษะย่อยที่ยากหรือสลับซับซ้อนกว่า ไปสู่ทักษะย่อยที่ยากขึ้นตามลำดับจนสามารถบรรลุถึงทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งการฝึกทักษะอย่างเป็นลำดับขั้นดังกล่าวจะมีประโยชน์อย่างยิ่งทั้งต่อตัวผู้เรียนที่ได้เรียนรู้อย่างเป็นระบบ และต่อตัวครูผู้สอนในการค้นหาข้อบกพร่องในส่วนของเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ทำให้ครูไม่ต้องเสียเวลาในการฝึกทักษะนั้นใหม่ทั้งหมด แต่จะแก้ไขเฉพาะในส่วนของทักษะย่อยบางส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจได้ อันจะช่วยทำให้ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน และทำให้การสอนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ได้เร็วยิ่งขึ้น

การที่ครูจะสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้ของเนื้อหาที่จะใช้ในการฝึกทักษะที่ดีได้นั้นจำเป็นจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์เนื้อหาของทักษะที่จะทำการฝึก

โดยใช้หลักของการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) ซึ่งผลจากการวิเคราะห์งานดังกล่าวจะทำให้ผู้สอนสามารถจัดเรียงลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ของเนื้อหาวิชาที่จะใช้ในการฝึกให้แก่ผู้เรียนได้ถูกต้องและเป็นระบบ อันจะทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการฝึก และเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ ต่อไป

จากการศึกษาความหมายของการวิเคราะห์งาน (Task Analysis)

พบว่า

Davies (1983) กล่าวว่า การวิเคราะห์งานเป็นวิธีการที่ผู้วิเคราะห์ทำการพิจารณาแยกแยะส่วนประกอบต่าง ๆ ของแต่ละชิ้นงาน เพื่อที่จะหาหนทางที่ดีที่สุดในการปฏิบัติงานและป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์งาน หมายถึง กระบวนการแยกงานแต่ละอย่างออกเป็นงานย่อยซึ่งเป็นองค์ประกอบของงานใหญ่ และมีการกำหนดขั้นตอนของการทำงานนี้ตามลำดับเพื่อให้งานใหญ่บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมศาสตร์, 2526)

Eliot and Sayles (อ้างถึงใน จีระศักดิ์ ทองสร้อย, 2530)

กล่าวว่า การวิเคราะห์งานเป็นกระบวนการกำหนดลักษณะขอบเขตของงานต่าง ๆ ทั้งนี้โดยมีการสำรวจและศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีอยู่อย่างครบถ้วน คือ ทั้งในแง่ความชำนาญที่ต้องการความรู้ความสามารถและความรับผิดชอบที่ต้องมี ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำงานจนสำเร็จ และข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้วจะชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างงานต่าง ๆ ด้วย

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2533) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์งานเป็นกระบวนการแยกผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ (learning task) ออกเป็นผลการเรียนรู้ย่อยที่ต้องเรียนรู้มาก่อน (prerequisite learning subtasks) ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้เกิดลำดับขั้นของผลการเรียนรู้ที่ต้องรู้มาก่อน ผู้เรียนจะเกิดผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ได้ต้องเริ่มต้นจากขั้นล่างสุดของลำดับขั้นการเรียนรู้ต่อเนื่องไปตามลำดับจนถึงขั้นบนสุด

ดังนั้นจากความหมายของการวิเคราะห์งานดังกล่าว ทำให้สามารถกำหนดลำดับขั้นในการวิเคราะห์งานได้จำนวน 5 ขั้น คือ (จินดา ลีเมถาวรศิริวงศ์, 2526)

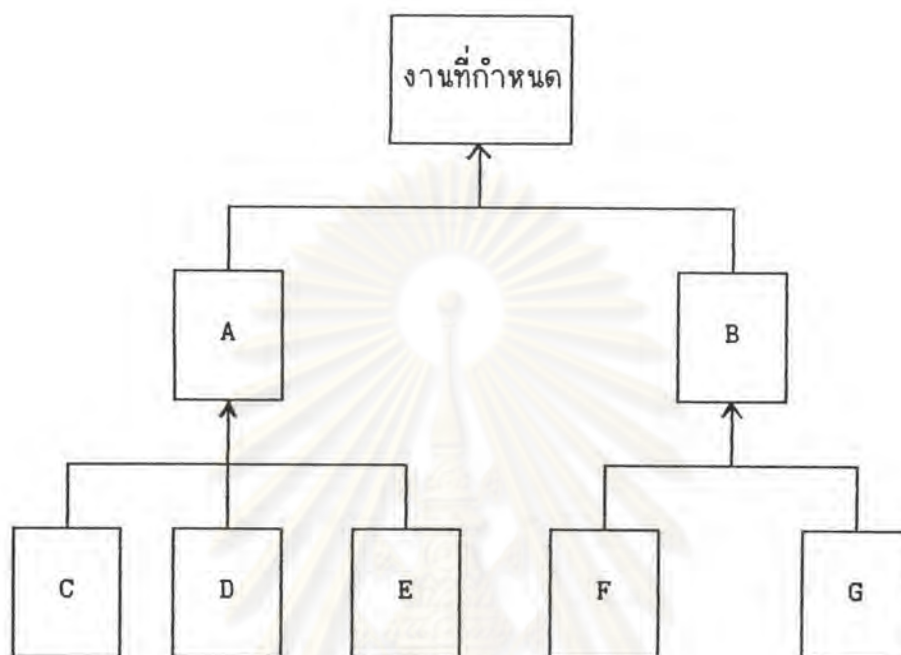
1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง
2. กำหนดทักษะย่อย ๆ ที่ใช้เป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของแต่ละทักษะย่อย แล้วจัดเรียงลำดับของทักษะย่อยเหล่านั้น
4. วางแผนจัดกระบวนการสอนของแต่ละทักษะย่อย
5. ทดสอบเพื่อตรวจสอบรูปร่างในทักษะย่อย ๆ เหล่านี้พร้อมทั้งดูพฤติกรรมที่คาดหวัง

2. ความหมายของลำดับชั้นการเรียนรู้

ลำดับชั้นการเรียนรู้ หมายถึง กลุ่มของสมรรถภาพทางความคิดที่กำหนดขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจง โดยให้ความสัมพันธ์เป็นลำดับชั้นต่อกัน (กมล ภูประเสริฐ, 2520)

Gagne (1971 อ้างถึงใน ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533) เป็นผู้พัฒนาแนวความคิดเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาโดยใช้การวิเคราะห์งาน (task analysis) ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne เน้นหลักการที่ว่า การพัฒนาการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ที่ผ่านมาในอดีต ผู้เรียนสามารถดึงความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการเรียนรู้ใหม่ได้ จากความเชื่อดังกล่าวทำให้การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาโดยใช้การวิเคราะห์งาน จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดงานหรือสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องสามารถทำได้หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้แล้ว ต่อจากนั้นจึงวิเคราะห์งานดังกล่าวออกเป็นงานย่อย โดยการพยายามให้คำตอบของคำถามที่ว่า "ผู้เรียนจะต้องทำอะไรได้บ้างก่อนที่จะทำสิ่งนี้ หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้แล้ว" ซึ่งในขั้นนี้อาจได้งานย่อยหลายงาน ต่อจากนั้นก็จะใช้วิธีการเดียวกันกับงานย่อยแต่ละงานก็จะทำให้ได้งานย่อยลงไปอีกเพิ่มเติมมากขึ้น เมื่อจบการวิเคราะห์ก็จะได้ลำดับชั้นการเรียนรู้ มีงานที่พึงประสงค์อยู่ชั้นบนสุด ติดตามด้วยงานย่อยที่สัมพันธ์กันในแง่ของการเป็นสิ่งที่ต้องเรียนรู้มาก่อน เรียงลำดับกันลงมาหลายชั้นเป็นรูปพีระมิดตั้งภาพ

แผนภูมิที่ 3 ภาพพีระมิดแสดงลำดับขั้นการเรียนรู้



พีระมิดแสดงลำดับขั้นการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนจะต้องทำงาน C, D และ E ได้ก่อนจึงจะทำงาน A ได้ ส่วนงาน B นั้น ผู้เรียนจะทำได้ต่อเมื่อทำงาน F และ G ได้ก่อน และผู้เรียนจะทำงานที่กำหนดได้ก็ต่อเมื่อทำงานทั้งหมด คือ A, B, C, D, E, F และ G ได้ก่อน (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533) เพราะฉะนั้นในการสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้นั้นจึงมีความสำคัญอยู่ที่ การเรียนรู้พฤติกรรมที่ต่ำสุดจะต้องเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้พฤติกรรมที่สูงขึ้นไป แต่ถ้าพฤติกรรมในระดับเดียวกันเป็นอิสระต่อกันจะเรียนรู้พฤติกรรมใดก่อนก็ได้ เช่นจากภาพแสดงให้เห็นว่า การที่จะเรียนรู้งานในระดับ A จะต้องอาศัยงานในระดับ C, D และ E ก่อน แต่งานในระดับ C, D และ E เป็นอิสระต่อกันจะเรียนรู้งานใดก่อนก็ได้

จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหลายที่อาศัยแนวความคิดของ Gagne ได้มีผู้ให้ความหมายของลำดับขั้นการเรียนรู้ในความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นไว้ต่างกันตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ซึ่งสรุปได้เป็น 3 แบบ คือ (Carroll, 1971 and Resnick, 1971 อ้างถึงใน กมล ภูประเสริฐ, 2520)

1. ความหมายในเชิงการถ่ายโอน (transfer definition)

หมายถึงความคิดที่ว่า ชิ้นงานเฉพาะใด ๆ จะมีความสัมพันธ์เป็นลำดับขั้นต่อกันเมื่อ การเรียนรู้ชิ้นงานเฉพาะอย่างหนึ่งก่อให้เกิดการถ่ายโอนทางบวกต่อการเรียนรู้ชิ้นงาน เฉพาะอีกอย่างหนึ่ง ความหมายแบบนี้มีประโยชน์ตรงที่สามารถตรวจสอบความเป็นพื้น- ฐานว่ามีอยู่จริงหรือไม่ ชิ้นงานเฉพาะที่ต้องเรียนรู้ก่อนจะมีลักษณะง่ายกว่า และเป็น องค์ประกอบของชิ้นงานเฉพาะที่ซับซ้อนกว่า

2. ความหมายในเชิงการวัดผล (psychometric definition) หมายถึงความคิดที่ว่า ชิ้นงานเฉพาะใด ๆ มีความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นต่อกัน เมื่อบุคคล ใดสามารถปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะที่ซับซ้อนกว่าได้แล้ว เขาต้องสามารถปฏิบัติชิ้นงาน เฉพาะที่ง่ายกว่าได้ด้วย และบุคคลใดที่ปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะขั้นต่ำไม่ได้ ย่อมไม่สามารถ ปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะขั้นสูงกว่าได้ ความหมายแบบนี้มีประโยชน์ตรงที่สามารถใช้ในการ ทดสอบความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นได้อีกทางหนึ่ง แม้ว่าชิ้นงานเฉพาะบางคู่ที่มีความสัม- พันธ์ตามนิยามนี้ไม่ได้มีความสัมพันธ์ตามนิยามในเชิงการถ่ายโอน ชิ้นงานเฉพาะคู่ใดที่ นำส่งสัยก็สามารถตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงการถ่ายโอนได้ในภายหลัง

3. ความหมายในเชิงพัฒนาการ (developmental definition) หมายถึงความคิดที่ว่า บุคคลใดจะบรรลุถึงขั้นที่สูงกว่าได้ เขาจะต้องผ่านขั้นต่ำกว่าใน ลำดับขั้นของพัฒนาการมาก่อน ซึ่งโดยปกติลำดับขั้นเหล่านี้จะมีลักษณะคงที่ ความหมาย แบบนี้ไม่สู้จะเหมาะสมเมื่อนำมาใช้พิจารณาความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นระหว่างชิ้นงาน เฉพาะ เนื่องจากไม่สามารถตรวจสอบการถ่ายโอนได้ เพราะไม่สามารถจัดให้กลุ่ม ตัวอย่างข้ามขั้นของพัฒนาการขั้นหนึ่งขั้นใดได้

ผู้สนับสนุนแนวความคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นการเรียนรู้ของ Gagne มีอยู่ หลายคน เช่น Jones and Russell (1979) ให้การสนับสนุนว่า ลำดับขั้นการ เรียนรู้ของ Gagne เป็นรากฐานในการหาแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน เป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามการสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้โดยใช้การวิเคราะห์งาน ก็ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ว่า เป็นการวิเคราะห์เชิงเหตุผลตามเนื้อหาวิชาแต่เพียง อย่างเดียว จึงไม่เป็นการสมบูรณ์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพการเรียนการสอนใน ห้องเรียน และมีได้มีการนำหลักการทางจิตวิทยาามาพิจารณาด้วย (Phillips and Kelly, 1975) ดังนั้นในระยะเวลาดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาลำดับขั้นการเรียนรู้โดย

นำหลักการทางจิตวิทยามาประกอบการวิเคราะห์ด้วย การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเหตุผลตามเนื้อหาวิชาร่วมกับหลักการทางจิตวิทยามีชื่อเรียกว่า การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความคิดรวบยอดภายใน (intraconcept technique) (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533)

3. รูปแบบของการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้
ลำดับชั้นการเรียนรู้มีวิธีสร้าง 2 แบบ คือ (จินดา ลิมถาวรศิริงค์, 2526)

แบบที่ 1 การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยการวิเคราะห์งาน (Construction of a Learning Hierarchy By Task Analysis) การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้เป็นการสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญเพียงคนเดียว หรือหลายคนก็ได้ แต่ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในการสร้าง

แบบที่ 2 การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยผู้เรียน (Student Generated Learning Hierarchies) การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยวิธีนี้แตกต่างกันกับแบบแรก กล่าวคือ ในการสร้างแบบนี้จะไม่ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สร้างแต่ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ขึ้นเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดพฤติกรรมอันดับรอง ๆ ลงมา เพื่อให้พฤติกรรมอันดับรอง ๆ ลงมานี้เป็นพื้นฐานในการไปสู่พฤติกรรมสูงสุดตามต้องการ

Shannon (1972 อ้างถึงใน จินดา ลิมถาวรศิริงค์, 2526) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญกับลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างโดยผู้เรียน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ไม่แตกต่างกัน แต่ลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สร้างจะมีประสิทธิภาพและความยุติธรรมมากกว่าลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างโดยผู้เรียน ดังนั้นลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ จึงจัดได้ว่าเป็นลำดับชั้นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง

4. คุณลักษณะที่สำคัญของลำดับชั้นการเรียนรู้

ลำดับชั้นการศึกษามีคุณลักษณะที่สำคัญพอสรุปได้ดังนี้ (Gagne, 1971; Glaser and Nitko, 1971; Renick, 1971; Walbesser and Eisenberg, 1972 อ้างถึงใน กมล ภูประเสริฐ, 2520)

1. ลำดับชั้นการศึกษามิได้สร้างขึ้นเป็นเพียงสมมุติฐาน ไม่ได้หมายถึงแนวทางที่ดีที่สุดในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนทุกคน จึงไม่ใช้การอธิบายถึงความจริง แต่เป็นความหวังถึงการมีการถ่ายโอนเชิงบวกสูงสุดจากชิ้นงานเฉพาะชิ้นต่ำกว่าไปยังชิ้นงานเฉพาะชิ้นสูงกว่า หรือเป็นลำดับของการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้เท่านั้น

ฉะนั้นลำดับชั้นการศึกษามิใช่สำหรับพฤติกรรมปลายทางพฤติกรรมหนึ่งจึงอาจมีได้หลายแบบ ซึ่งขึ้นกับผู้สร้างซึ่งอาจเป็นผู้ชำนาญในสาขาวิชา นักเรียนหรือครูและนักเรียนร่วมกัน แต่ละแบบก็อาจมีความถูกต้องเหมาะสมสำหรับนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้ และไม่จำเป็นที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้พฤติกรรมพื้นฐานทุกพฤติกรรม นักเรียนบางคนอาจต้องการพฤติกรรมพื้นฐานบางอย่าง และข้ามขั้นพฤติกรรมพื้นฐานบางอย่าง ก็สามารถเรียนรู้พฤติกรรมปลายทางได้ ซึ่งเป็นลักษณะของการเรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตนเอง (discovery)

2. แม้โดยทั่ว ๆ ไปพฤติกรรมระดับต่ำกว่าจะมีลักษณะ "ง่ายกว่า" พฤติกรรมระดับสูงกว่าขึ้นไปก็ตาม ความยากง่ายไม่ใช่คุณสมบัติอย่างเดียวกันที่จะชี้บ่งความเป็นพื้นฐาน คุณสมบัติที่สำคัญคือพฤติกรรมระดับสูงกว่าจะต้องขึ้นกับหรืออาศัยพฤติกรรมระดับต่ำกว่า หรือพฤติกรรมระดับสูงกว่าต้องมีพฤติกรรมระดับต่ำกว่าเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งด้วย

3. ลำดับชั้นการศึกษามิได้จำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างของเนื้อหาวิชา แต่ต้องอาศัยโครงสร้างทางจิตวิทยาในแง่ของความซับซ้อนของพฤติกรรมทางการคิด และลำดับชั้นการศึกษามิได้ตีเฉพาะพฤติกรรมที่ Gagne (1971) เรียกว่า ทักษะทางการคิด (intellectual skill) เท่านั้น ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจะกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ ความสามารถนี้จะแสดงออกในลักษณะการปฏิบัติกลุ่มชิ้นงานเฉพาะที่คล้ายคลึงกัน มิใช่ชิ้นงานเฉพาะชิ้นงานเดียว

4. พฤติกรรมต่าง ๆ ในลำดับชั้นการศึกษามิได้กำหนดให้ชัดเจน

และไม่กว้างเกินไปจนรวมเอาการปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะที่ต่างชนิดกันเข้าไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน ควรแยกให้เป็นทักษะย่อยที่สุด การศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมายังมีพฤติกรรมที่ไม่ชัดเจนปนอยู่ ทำให้มีปัญหาในการวัดผล เพราะทำให้ไม่อาจสรุปได้ว่า นักเรียนเรียนรู้พฤติกรรมใด (White, 1973)

5. ลำดับขั้นการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะต้องมีความเที่ยงตรง ซึ่งการทดสอบว่า ลำดับขั้นการเรียนรู้จะถูกต้องเหมาะสม หรือมีความเที่ยงตรง (validity) เพียงใดนั้นจะต้องตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นในแต่ละลำดับของลำดับขั้นการเรียนรู้แล้วจึงนำมาทดลองใช้กับผู้เรียนต่อไป การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นนี้อาจจะกระทำได้ 2 แนวทาง ตามความหมายในเชิงการถ่ายโอน ที่จะพิสูจน์ว่า การเรียนรู้สิ่งใหม่จะต้องขึ้นอยู่กับความรู้ในสิ่งเก่าด้วย และตามความหมายในเชิงการวัดผล ที่จะพิสูจน์ว่า ผู้ที่มีความสามารถในชิ้นงานเฉพาะขั้นที่สูงกว่าจะต้องมีความสามารถในชิ้นงานเฉพาะขั้นต่ำกว่าที่จะใช้เป็นพื้นฐานด้วย เพื่อให้ลำดับขั้นการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง

นอกจากนี้ ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533) ได้กล่าวถึง ลักษณะของลำดับขั้นการเรียนรู้ไว้สามารถสรุปเป็นข้อได้ดังนี้

1. ลำดับขั้นการเรียนรู้มิได้เป็นตัวกำหนดลำดับขั้นการสอน แต่จากผลการศึกษาพบว่า ลำดับขั้นการเรียนรู้ที่ดีที่สุดเกิดจากการจัดลำดับขั้นการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้
2. ในการสร้างลำดับขั้นของเนื้อหาวิชา จะเขียนให้ละเอียดให้เพียงใดก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามในการสร้างลำดับขั้นของเนื้อหาวิชา เพื่อใช้ในห้องเรียนควรเลือกทางเดินสายกลางระหว่างความละเอียดของลำดับขั้นกับเวลา หรือสภาพการณ์ของห้องเรียนนั้นคือ ไม่ควรละเอียดมากเกินไปจนผู้สอนต้องใช้เวลามากเมื่อนำไปใช้กับเด็ก แต่ต้องละเอียดพอที่จะทำให้ผู้สอนทราบจุดอ่อนของนักเรียนในเรื่องที่เป็นปัญหาได้
3. การสอนที่มีการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้อย่างดีแล้วย่อมมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผลในชั้นเรียน

5. ประโยชน์ของลำดับชั้นการเรียนรู้

จากการศึกษาเรื่องลำดับชั้นการเรียนรู้ สามารถสรุปประโยชน์ของลำดับชั้นการเรียนรู้ได้ดังนี้ (กมล ภูประเสริฐ, 2520)

1. การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้จะเป็นวิธีการที่มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีโครงสร้างของทักษะทางความคิดที่สะดวกต่อการจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้ได้อย่างได้ผล และคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะของเนื้อหาวิชาเป็นไปตามลำดับขั้นพื้นฐาน กล่าวคือ ในการเรียนเนื้อหาแต่ละบทแต่ละเรื่อง จะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ในบางเรื่องมาก่อนจึงจะสามารถเรียนในเรื่องต่อไปได้ เช่น ในการเรียนเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็ม จะใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนเรื่องการคูณเลขจำนวนเต็ม ถ้านักเรียนขาดความรู้เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มก็จะทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องการคูณเลขจำนวนเต็มด้วย ดังที่ White (1973 อ้างถึงใน วรรณวิภา จตุชัย, 2529) ได้เสนอแนะว่ารายวิชาที่เหมาะสมจะใช้สำหรับตรวจสอบลำดับชั้นการเรียนรู้ คือ วิชาในกลุ่มทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skill) อันได้แก่วิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ เพราะเป็นวิชาที่เน้นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว ประกอบกับเนื้อหาวิชาในกลุ่มนี้มีความต่อเนื่องกัน และจำต้องอาศัยพื้นฐานในเรื่องเดิมมาใช้เรียนเรื่องใหม่ด้วย

2. การจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้จะมีประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนาหลักสูตรทั้งในด้านการวางรูปแบบของหลักสูตร การดำเนินการเรียนการสอน ตลอดจนการประเมินผล

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนที่สร้างขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยทำให้ครูผู้สอนสามารถดำเนินการสอนไปตามลำดับขั้นได้อย่างสะดวก และยังเป็น การเสริมพลังให้แก่ผู้เรียน ทั้งนี้เพราะขณะที่เรียนรู้ทักษะง่าย ๆ และค่อย ๆ ยากขึ้นไปนั้นผู้เรียนจะรู้สึกว่ามันสามารถทำบางสิ่งบางอย่างที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ทำให้กิจกรรมการเรียนนั้นเป็นสิ่งที่น่าตื่นเต้นและท้าทายผู้เรียน การเรียนการสอนนั้นจึงน่าสนใจกว่าการฝึกหัดโดยทั่ว ๆ ไป

4. จากผลการวิจัยต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนตาม

ลำดับชั้นการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีกว่า และแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจาก การมีพฤติกรรมพื้นฐานมาเป็นลำดับ และการมีพฤติกรรมพื้นฐานที่ดีช่วยให้สามารถเรียนรู้พฤติกรรมที่ต้องการได้ดี ในช่วงเวลาที่สั้นกว่า และมีการผิดพลาดน้อยกว่าการลดเลี่ยพฤติกรรมพื้นฐานในลำดับชั้นการเรียนรู้

5. ในด้านการประเมินผลการศึกษา ลำดับชั้นการเรียนรู้ช่วยในการสร้างข้อทดสอบเพื่อการวินิจฉัยและการจัดตำแหน่งได้ง่ายขึ้น นับตั้งแต่การวัดพฤติกรรมขั้นต้นเพื่อจัดนักเรียนเข้าในโปรแกรมที่เหมาะสมกับพื้นฐานที่เขา มีอยู่ และในการประเมินผลย่อยด้วยการวัดพฤติกรรมปลายทางที่สำคัญ เมื่อทราบว่านักเรียนยังไม่รอบรู้พฤติกรรมใดก็สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของเขาได้ด้วยการสอบวัดพฤติกรรมพื้นฐานสำหรับพฤติกรรมนั้น ด้วยวิธีนี้จะสามารถซ่อมเสริมนักเรียนได้ง่ายและตรงจุด เพราะเมื่อวินิจฉัยได้ว่านักเรียนขาดพฤติกรรมพื้นฐานอะไรแล้ว การเพิ่มชั้นงานเฉพาะให้ผู้ที่มีปัญหาจะช่วยให้เขาสามารถเรียนรู้ชั้นงานเฉพาะปลายทางได้

6. แนวความคิดเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้ยังช่วยในการจัดทำอุปกรณ์ประกอบหลักสูตร โดยเฉพาะในการทำแบบเรียน ทั้งนี้เพราะจากผลงานวิจัยของ Airsian (1970) พบว่า การจัดทำแบบเรียนที่เรียบเรียงขึ้นโดยมิได้มีการจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้จะทำให้เนื้อหาของแบบเรียนในแต่ละตอนไม่ผูกพันเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาส่วนอื่น ๆ ลำดับชั้นที่พบจะเกาะกันเป็นกลุ่มย่อย ๆ ขาดการประสมประสานเป็นหน่วยเดียวกัน และส่วนใหญ่จะเน้นพฤติกรรมในด้านความจำ แต่ถ้ามีการจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้ไว้ก่อน การเรียบเรียงบทเรียนสำหรับนักเรียนน่าจะเน้นพฤติกรรมขั้นสูงกว่านี้และประสานสัมพันธ์กันได้ดีกว่า

7. ในปัจจุบันได้มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ที่เน้นถึงการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดบรรลุตามความต้องการของจุดมุ่งหมาย การจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้จะสอดคล้องกับหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้ตรงที่ มีการกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังอย่างชัดเจนและพิจารณาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นจริง ๆ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาไปกับชั้นงานเฉพาะที่ไม่เกี่ยวข้อง การเรียนรู้ทักษะแต่ละระดับจะอาศัยทักษะพื้นฐานที่นักเรียนมีอยู่แล้วและเป็นแบบขั้นย่อย ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้การทดสอบเพื่อวินิจฉัยและ

การซ่อมเสริมซึ่งรวมอยู่ในกระบวนการเรียนการสอนตามลำดับขั้นจะช่วยให้คุณภาพในการสอนดีขึ้น

เสรีภาพกับการเรียนการสอน

1. การจัดการศึกษาที่คำนึงถึงคุณค่าของความเป็นมนุษย์ตามทฤษฎีมานุษยนิยม

ปัจจุบันสภาพการจัดการศึกษามีแนวโน้มที่จะห่างไกลจากความเป็นอิสระมากขึ้น ทั้งนี้เพราะ นักเรียนถูกกดดันนานาประการ ทั้งทางวัฒนธรรมและการเมือง ทำให้บุคคลต้องกลายเป็นคนประนีประนอม จำยอม และอยู่ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ทิศทางของการพัฒนาการศึกษาส่วนใหญ่ยังเน้นความเป็นเลิศทางวิชาการจนมองข้ามการพัฒนาคุณสมบัติ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ดังนั้นถ้าเราต้องจัดการศึกษาเพื่อความเป็นอารยชน เพื่อความอยู่รอด และเพื่อคุณค่าของชีวิต เป้าหมายของการศึกษาจึงต้องหันไปสู่การให้ความสำคัญเป็นอิสระในการเรียนการสอนแก่นักเรียนมากขึ้น (สมใจ ลักษณะ, 2525) อันสอดคล้องกับความคิดเห็นของ Skinner (1971 อ้างถึงใน วันทยา วงศ์ศิลปภิรมย์, 2533) ที่มีความเห็นว่า จุดหมายปลายทางที่แท้จริงของการศึกษา คือ การทำให้คนมีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อการคิด ตัดสินใจ การกระทำ และผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำของตนเอง ซึ่งการจะพัฒนาให้บุคคลมีลักษณะดังกล่าวได้จะต้องให้เสรีภาพแก่คนผู้นั้น

เสรีภาพ คือ ความเป็นอิสระจากการควบคุมบางชนิดที่มีลักษณะแข็งกร้าว มิได้หมายถึง การทำลายหรือหนีจากสิ่งแวดล้อม แต่เป็นการวิเคราะห์และเปลี่ยนแปลงหรือปรับรูปแบบใหม่ให้แก่สิ่งแวดล้อมนั้น โดยทำให้อำนาจการควบคุมอ่อนตัวลงจนบุคคลเกิดความรู้สึกว่าตนไม่ได้ถูกควบคุมหรือต้องแสดงพฤติกรรมใด ๆ ที่เนื่องมาจากความกดดันภายนอกบางอย่าง ครูจึงต้องพยายามทำให้เด็กเกิดความเชื่อว่า เขาอยู่ในความควบคุมของตัวเอง แม้ว่าผู้ควบคุมที่แท้จริงคือครู ไม่มีวิธีการใดดีไปกว่าการให้นักเรียนได้แสดงด้วยความรู้สึกว่า เขามีอิสระเสรีภาพ ด้วยวิธีนี้เขาจะมีกำลังใจด้วยตัวเอง ครูจึงควรปล่อยให้เด็กได้ทำเฉพาะในสิ่งที่เขาอยากทำ แต่เขาควรจะทำเฉพาะสิ่งที่ครูต้องการให้เขาทำเท่านั้น (วันทยา วงศ์ศิลปภิรมย์, 2533)

การจัดการศึกษาเพื่อความเป็นอิสระในการเรียนการสอนจึงมีแนวทาง
ที่ได้รับการประยุกต์มาจากความเชื่อของทฤษฎีจิตวิทยามนุษยนิยม (Humanistic
Psychology) ที่ว่า (กันยา สุวรรณแสง, 2532)

1. มนุษย์มีจิตใจ มีความต้องการความรัก ความอบอุ่น ความ
เข้าใจ มีความสามารถเฉพาะตัว มีขีดจำกัด ไม่สามารถจะเสกสรรปั้นแต่งให้เป็น
อะไรก็ได้ตามใจชอบ
2. มนุษย์เป็นผู้ที่มีอิสระ สามารถที่จะนำตนเอง และพึ่งพาตนเอง
ได้ เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่จะทำประโยชน์ให้สังคม มีอิสระเสรีภาพที่จะเลือก
ทำสิ่งต่าง ๆ ที่จะไม่ทำให้ผู้อื่นและตนเองเดือดร้อน มีความรับผิดชอบ และเป็นผู้
สร้างสรรค์สังคม
3. มนุษย์ทุกคนต่างก็พยายามจะรู้จักและเข้าใจตนเอง และยอม
รับในสมรรถวิสัยของตนเอง
4. มนุษย์แต่ละคนต่างพยายามปรับปรุงตนเองให้เป็นมนุษย์ที่
สมบูรณ์ ฉะนั้นควรให้แต่ละคนมีสิทธิอิสระที่จะเลือกกระทำ เลือกประสบการณ์ของตน
เอง กำหนดความต้องการของตนเอง ตัดสินใจเรื่องใด ๆ ด้วยตนเอง
5. วิธีการค้นคว้าเสาะแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ
เป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญกว่าตัวความรู้หรือข้อเท็จจริง เพราะโลกมีการเปลี่ยนแปลง
อยู่ตลอดเวลา ตัวของความรู้หรือข้อเท็จจริงเองไม่คงที่ตายตัว ฉะนั้นสิ่งที่
เป็นประโยชน์ต่ออนาคตมากที่สุดก็คือ การรู้จักกรรมวิธีในการเสาะแสวงหาความรู้
จากความเชื่อดังกล่าวข้างต้น การพัฒนาหลักสูตรจึงเน้นให้ผู้เรียนรู้
จักเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ให้อิสระ เสรี ในการพูด คิด ทำ สามารถจะ
สนองความต้องการและความสนใจของตนเองโดยไม่ทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน การจัดการ
เรียนการสอนจึงตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเป็นสำคัญ

2. นักจิตวิทยามนุษยนิยมที่มีอิทธิพลต่อการให้เสรีภาพในการเรียนการ-
สอน

นักจิตวิทยามนุษยนิยมที่มีอิทธิพลต่อการให้เสรีภาพในการเรียนการ-

สอนที่สำคัญมีจำนวน 3 ท่าน คือ Abraham Maslow , Carl Rogers และ Arthur Combs ซึ่งจะขอกล่าวถึงแนวความคิดที่สำคัญของนักจิตวิทยาแต่ละท่านโดยสังเขป ดังนี้

Abraham Maslow (อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2533) มีความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของมนุษย์ดังต่อไปนี้

มนุษย์แต่ละคนมีธรรมชาติภายในตัวที่มีลักษณะพิเศษ ซึ่งทำให้เป็นแต่ละบุคคลเป็นปัจเจกบุคคล การพัฒนาตนเองเป็นกระบวนการธรรมชาติ ผู้ใหญ่จึงควรที่จะเป็นแต่เพียงผู้คอยช่วยเหลือ ส่งเสริม ไม่ควรที่จะบังคับให้เด็กอยู่ในกรอบ หรือไม่มีโอกาสจะตัดสินใจในเลือกทางเดินของตนเอง

ดังนั้นถ้าให้อิสระภาพกับเด็ก เด็กจะเลือกสิ่งที่ดีสำหรับตนเอง พ่อแม่และครูจึงควรได้รับการกระตุ้นให้มีความไว้วางใจในตัวเด็ก โดยเฉพาะครูต้องมีความพยายามที่จะช่วยเหลือเด็กอย่างจริงจัง พยายามสร้างสัมพันธ์ที่ดีกับเด็ก ให้เด็กมีความรักและไว้วางใจในตัวครู ที่สำคัญควรเปิดโอกาสและช่วยให้เด็กเจริญเติบโตต่อไป มิใช่ใช้วิธีควบคุมและจัดการชีวิตของเด็กทั้งหมด หรือเข้าไปยุ่งเกี่ยวและพยายามปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นไปตามที่ผู้ใหญ่ต้องการ

Carl Rogers เป็นผู้ริเริ่มคิดรูปแบบการศึกษาที่เรียกว่า การเรียนรู้แบบประสบการณ์ (Experiential Learning) ซึ่งมีความเชื่อพื้นฐาน 6 ประการ คือ (วันทยา วงศ์ศิลปภิรมย์, 2533)

1. มนุษย์มีศักยภาพตามธรรมชาติสำหรับการเรียนรู้ เว้นแต่จะมีภาวะบางอย่างมายับยั้งความต้องการของเขา
2. การบีบบังคับและยึดเยียดสารพัดสิ่งให้แก่เด็กนั้น ในที่สุดเด็กแต่ละคนจะคงเหลือแต่สิ่งที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น
3. การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในบุคลิกลักษณะของบุคคลจะเกิดขึ้นจากบรรยากาศที่สนับสนุนทางด้านอารมณ์มากกว่าการบังคับจากภายนอก
4. การเรียนรู้ "กระบวนการของการเรียน" เป็นสิ่งที่มีประโยชน์กว่า เพราะเป็นการเปิดรับประสบการณ์ใหม่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา
5. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ต่อเมื่อผู้เรียนมีส่วนรับผิดชอบในกระบวนการ

การเรียนรู้

6. นักเรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการร่วมตัดสินใจตลอดกระบวนการของการศึกษา

ดังนั้นแนวทางการจัดการศึกษาของ Carl Rogers ที่กล่าวไว้จะมีลักษณะเป็นการจัดแบบ "ห้องเรียนเปิด" หรือเป็นการศึกษาแบบรายบุคคล และการเปิดโอกาสให้มีเสรีภาพในการเรียน อันเป็นการปูพื้นฐานทางด้านอารมณ์ให้นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะสำรวจสิ่งที่มีความหมาย และใช้ความพยายามต่อสิ่งนั้นมากกว่าปกติ

Arthur Combs (อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2533) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ทางด้านเจตนิสัย (Affective) เป็นวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญมาก โรงเรียนควรจะเน้นวัตถุประสงค์ด้านเจตนิสัยตั้งแต่เด็กเริ่มเข้าโรงเรียน และพยายามที่จะพัฒนาให้อยู่ในทางบวกอยู่เสมอ ครูจึงจำเป็นจะต้องพยายามเข้าใจการรับรู้ของนักเรียนผู้นั้น และช่วยให้นักเรียนแต่ละคนมีความเป็นปัจเจกบุคคล ให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความเป็นเอกลักษณ์ (Unique Individual) หรือลักษณะเฉพาะของตน และได้พัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ ดังนั้นงานของครูจึงมิใช่เป็นเพียงการตั้งข้อกำหนด การปั้นเด็ก การขู่บังคับ การเียนยอ หรือการช่วยเหลือ แต่งานของครูควรเป็นไปในลักษณะผู้ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ เป็นเพื่อนร่วมคิด และเป็นเพื่อนกับเด็ก (พรณี ช. เจนจิต, 2528)

3. การประยุกต์แนวความคิดของทฤษฎีมานุษยนิยมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

สมใจ ลักษณะ (2525); พรณี ช. เจนจิต (2528); และวันทยา วงศ์ศิลปกรรมย์ (2533) ได้กล่าวถึงการนำแนวความคิดของทฤษฎีมานุษยนิยมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. เปิดโอกาส และกระตุ้นให้เด็กตัดสินใจเลือกสิ่งต่าง ๆ ที่จะเรียนด้วยตนเองเท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น เปิดโอกาสให้เด็กเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้าตามความสนใจจากหลาย ๆ หัวข้อที่ครูได้เตรียมไว้ ทั้งกระตุ้นให้เด็กมีส่วนร่วม

ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการตั้งข้อตกลงร่วมกันในชั้น เป็นต้น

2. พยายามช่วยให้เด็กพัฒนาความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเองในทางบวก โดยครูจะต้องให้เด็กมีความไวต่ออารมณ์ความรู้สึกของเด็ก เช่น พยายามมองทุกสิ่งทุกอย่างให้เห็นดังเช่นเด็กเห็น สะท้อนให้เด็กเห็นว่าเมื่อครั้งที่ครูยังเป็นเด็กก็เคยมีความรู้สึกเช่นนั้นเหมือนกัน เป็นต้น

3. ฝึกให้เด็กทำความเข้าใจเกี่ยวกับค่านิยมของตนเอง โดยวิธีการดังนี้

3.1 กระตุ้นให้เด็กให้ค่ากับสิ่งที่เลือกได้ โดยให้เด็กเขียนรายชื่อสิ่งต่าง ๆ ที่คิดว่ามีความหมายสำหรับตน

3.2 ช่วยให้เด็กสามารถหาตัวเลือกอื่นแทนได้ เมื่อพบกับสถานการณ์ที่จะต้องเลือก

3.3 ช่วยให้เด็กให้นำหนักกับตัวเลือกนั้น ๆ ได้

3.4 กระตุ้นให้เด็กมีการเลือกอย่างอิสระ

3.5 กระตุ้นให้เด็กได้แสดง หรือทำตามสิ่งที่ตนได้เลือก

3.6 ช่วยให้เด็กมีโอกาสที่จะแสดงพฤติกรรมตามสิ่งที่เลือกนั้นซ้ำแล้วซ้ำอีก และมีลักษณะคงเส้นคงวา

4. ในการจัดการเรียนการสอนให้คำนึงถึง Affective Domain ควบคู่ไปกับ Cognitive Domain ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญของกลุ่มมนุษยนิยม

5. พยายามลดสภาพความคับข้องใจของนักเรียนจากการเรียนตามปกติ กล่าวคือ ในขณะที่ครูจัดวิธีสอนวิธีเดียว และวางแผนให้เด็ก ๆ เลือกได้เพียงทางเดียว คือทุกคนต้องเรียนรู้สิ่งเดียวกัน ให้ได้มาตรฐานระดับเดียวกันนั้น เด็กจำนวนหนึ่งจะพบความผิดหวัง และไม่สามารถเรียนได้จากแนววิธีการที่ครูกำหนดให้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูควรให้เด็กได้มีอิสระในการนำตนเอง มีโอกาสที่จะเรียนรู้จากความผิดพลาดของตน และได้เรียนตามอัตราที่เร็วหรือช้าซึ่งเหมาะสมกับตนเอง

6. กระตุ้นให้ทุกคนมีกิจกรรมแทนที่จะฟังอย่างเดียว และให้ทุกคนมีโอกาสแสวงหาด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นแนวทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

7. เพิ่มแรงจูงใจ เพื่อให้เด็กมีความหวังที่จะพบความสำเร็จ มีความปรารถนาที่จะเรียนรู้ ด้วยวิถีทางที่เขาสนใจและสอดคล้องกับความสามารถของเขา ไม่หมดกำลังใจกับการประเมินที่นำไปเปรียบเทียบกับคนอื่นที่เก่งกว่า

8. บุคลิกภาพของเด็กควรได้รับการพัฒนาไปกับการเรียนการสอน ในลักษณะที่เป็นคนสนใจใฝ่รู้ รับผิดชอบตนเองได้ เชื่อมั่นตนเอง ยอมรับตนเองตามความจริง เป็นอิสระจากเงื่อนไขแวดล้อม และแสวงหาสิ่งที่จะทำให้ตนเองสมบูรณ์ขึ้นเสมอ ๆ อันเป็นชีวิตที่มีคุณภาพที่สังคมต้องการ

9. ควรทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียน โดยการให้เสรีภาพแก่นักเรียน ทั้งนี้เพราะ เสรีภาพเป็นบ่อเกิดแห่งความพึงพอใจ และความพอใจจะทำให้คนมีพัฒนาการในตนเอง ซึ่งการให้เสรีภาพในที่นี้หมายถึง การให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกและตัดสินใจด้วยตนเองและเพื่อตนเอง ซึ่งเป็นการควบคุมที่ผู้ถูกควบคุมไม่รู้ตัว ดังนั้นแนวทางในการจัดการศึกษาจึงควรให้มีวิชาเลือกหลาย ๆ วิชา จัดให้มีหัวข้อเนื้อหาหลายเรื่องในวิชาเดียวกัน หรือมีแนวทางการเรียนหลายแนวในเรื่องเดียวกัน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เสรีภาพในการเรียน

McMahon (1984 อ้างถึงใน วันทยา วงศ์ศิลปภิรมย์, 2533) ได้ทำการวิจัยเพื่อเสนอรูปแบบจำลองการฝึกอบรมในแขนงการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่รวมบุคคล 3 กลุ่มเข้าด้วยกัน คือ ครูก่อนประจำการ ครูประจำการ และนักเรียนประถมศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของรูปแบบจำลองนี้ โดยออกแบบให้เป็นศูนย์วิชาการ (resource center) และห้องทดลองทางกายภาพเพื่อเป็นกิจกรรมสำหรับนักเรียน โอกาสทางเลือกต่างๆ (choices, options and alternative) เป็นหลักการสำคัญของศูนย์ การมีส่วนร่วมให้เป็นไปได้โดยมีโอกาเลือกและโดยสมัครใจ เขาเห็นว่า เสรีภาพในการเลือกเป็นการสะท้อนถึงแนวคิดทางมนุษยศาสตร์ในประเด็นที่ว่า ตัวเลือกที่ตัวเองเป็นผู้กำหนดและการยอมรับตัวเลือกที่มีผู้อื่นทำไว้ให้ เป็นตัวนำไปสู่ภารกิจของความเป็นมนุษย์

Montgomery (1985) ศึกษากระบวนการเขียนการใช้ภาษาในการเขียนและผลงานของนักเรียนเกรด 2 และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเขียนจากชั่วโมงเรียน 7 ครั้ง ซึ่งมีทั้งงานที่กำหนดและไม่กำหนดโครงร่างให้ ผลปรากฏว่างานเขียนที่ไม่กำหนดโครงร่างให้มีเนื้อหาที่ยาวกว่า และมีการใช้คำสะกดอย่างง่ายมากกว่า ดังนั้นจากผลงานวิจัยเขาจึงสรุปว่า นักเรียนจะเขียนได้ดีที่สุดเมื่อให้เลือกหัวข้อและวิธีการเขียนได้อย่างเสรี

ประกายรัตน์ ทินกร ณ อยุธยา (2524) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาต่างประเทศด้วยวิธีสอนแบบเดิมกับวิธีสอนแนวใหม่ ที่ผู้วิจัยได้ใช้สื่อการสอนหลายแบบมาบูรณาการให้เหมาะสมกับเนื้อหาของบทเรียนแต่ละบทและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ ผลปรากฏว่า วิธีสอนแนวใหม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

อัญชลี อิมโพ (2527) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนที่เรียนงานประดิษฐ์และงานช่างกลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ โดยวิธีให้เลือกใบงานและวิธีการใช้ใบงานตามปกติในหัวข้อเนื้อหาที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ทัศนคติต่องานประดิษฐ์และงานช่างของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการให้เลือกใบงานและวิธีใช้ใบงานตามปกติแตกต่างกัน โดยผู้วิจัยพบว่า การให้เลือกใบงานทำให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะนักเรียนได้มีโอกาสเลือกทำงานที่ตนเองมีความสนใจ ตรงกับความต้องการและความถนัดของตน และเป็นการสร้างความรับผิดชอบในการทำงานให้แก่ นักเรียนด้วย

วันทยา วงศ์ศิลปภิรมย์ (2533) ทำการศึกษาผลความพอใจในการได้เลือกบทเรียนของนักเรียน จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อในการทด-

ลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 32 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 31 คน ผลการทดลองพบว่า แนวโน้มการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น .95 แต่แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ผลการวิจัยของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมชอบการเรียนรู้แบบมีโอกาให้เลือกมากกว่าแบบไม่ให้เลือก ทั้งต้องการให้มีการเรียนแบบให้เลือกในวิชาอื่น ๆ ด้วย และกลุ่มทดลองแสดงพฤติกรรมไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมในด้านความตั้งใจเรียนและความมีสมาธิ แต่แสดงออกมากกว่าในด้านความพอใจในการเรียนโดยการทำกิจกรรมการเรียนทบทวนอีกภายหลังการเรียนจบทุกหน่วยแล้ว

จตุพร โนธิศิริ (2534) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกโดยครู ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีเชาวน์ปัญญาระดับปานกลาง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับปานกลางจำนวน 16 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 8 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยตนเองกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยตนเองมีความสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยครู

ดังนั้นจากผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวในข้างต้นจึงแสดงให้เห็นว่าการให้เสรีภาพในการเรียนหรือทางเลือกทางการศึกษามีรูปแบบและวิธีการที่หลากหลาย แม้งานวิจัยบางเรื่องจะไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าการให้เสรีภาพในการเรียนโดยการได้เลือกบทเรียนจะไม่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น แต่การให้เสรีภาพในการเรียนโดยการได้เลือกบทเรียนก็สามารถทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนได้ ซึ่งการมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนนี้อาจสามารถส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นในระยะยาวได้ การให้เสรีภาพในการเรียนจึงเป็นวิธีการสอนที่น่าสนใจยิ่งวิธีหนึ่ง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน ดังนี้
Spencer (1977 อ้างถึงใน เลิศ สิทธิโกศล, 2529) ให้ความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนจึงขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

Geisert and Futrell (1990) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อช่วยในการเรียนการสอนนักเรียน ซึ่งสามารถกระทำได้ในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ใช้สำหรับการสอนเพื่อให้ความรู้ใหม่ ๆ แก่นักเรียน ใช้ในการฝึกทักษะต่าง ๆ หรือทบทวนบทเรียน เป็นต้น ตามความต้องการของครู เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยวิธีที่ดีที่สุดให้นักเรียน และ นอกจากเราจะเรียกการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เพื่อช่วยสำหรับการสอนนักเรียนว่า Computer-Assisted Instruction (CAI) แล้ว ยังมีชื่อเรียกอีกหลายชื่อเช่น Computer-Assisted Learning (CAL) หรือ Computer-Based Learning (CBL) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของเหตุผลในการนำไปใช้กับนักเรียนในลักษณะต่าง ๆ กัน

ผดุง อารยะวิญญู (2527) กล่าวถึงความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ว่า หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีสอนอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู

ช่วงโชติ พันธุเวช (2534) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในลักษณะของผู้สอน ซึ่งได้แนวความคิดมาจากการ

สอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) แต่การใช้คอมพิวเตอร์มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่าการสอนแบบโปรแกรม สามารถใช้ในการตอบโต้กับผู้เรียน ทำหน้าที่เสนอบทเรียนและเนื้อหาให้ผู้เรียนเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ ตามขั้นตอนและเนื้อหาที่ได้ออกแบบไว้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบสนอง และคอมพิวเตอร์เป็นผู้ประเมินผลเพื่อตัดสินว่าผู้เรียนจะผ่านไปเรียนเนื้อหาลำดับต่อไปได้หรือไม่

จากที่กล่าวมาจึงสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในลักษณะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามระดับความสามารถและความแตกต่างของแต่ละบุคคล อันเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยการใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด หรือสอนแทนครูบางส่วน ซึ่งจะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ลักษณะและโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบ ตามวิธีการที่แตกต่างกัน (Bitter, Camuse, and Durbin, 1993) ดังต่อไปนี้คือ

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอน (Tutorials)

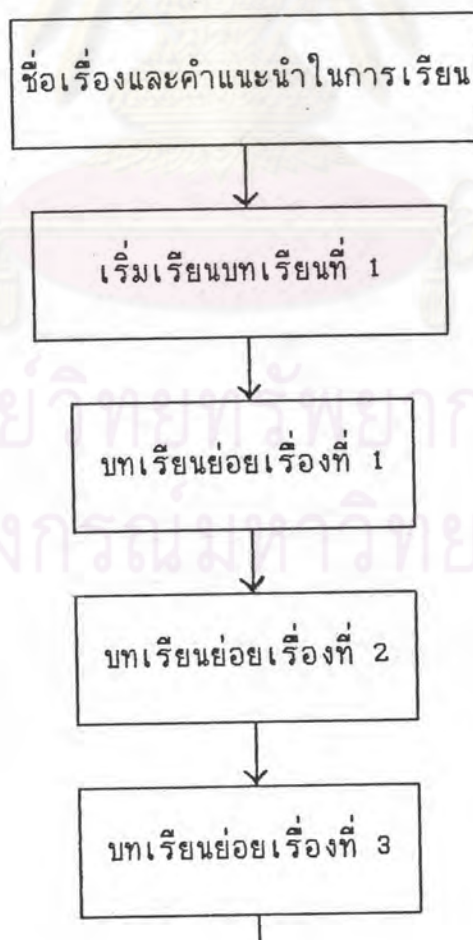
เป็นโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับการสอนเพื่อให้ความรู้ หลักการ หรือข้อเท็จจริงที่ใหม่แก่นักเรียน โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เป็นผู้สอนส่วนตัวเพื่อให้ความรู้แก่นักเรียนเป็นรายบุคคล (one-on-one tutor) ลักษณะของการเรียนกับโปรแกรมประเภทนี้คือขั้นแรกเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการทดสอบความรู้ของนักเรียน เพื่อให้สามารถจัดหาบทเรียนที่เหมาะสมกับนักเรียนได้ จากนั้นจึงให้ความรู้แก่นักเรียน และจัดให้มีการทำแบบฝึกหัด โดยนักเรียนอาจจะเป็นผู้กำหนดจำนวนข้อของแบบฝึกหัดที่ต้องการทำได้ด้วยตัวเอง สุดท้ายจึงมีการทดสอบภายหลังการสอนเพื่อเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีความรอบรู้ในเรื่องนั้นหรือไม่ โดยอาจจะแสดงให้เห็นในรูปแบบของคะแนนที่นักเรียนทำได้หลังจากจบบทเรียนแล้ว หรือเป็นคำแนะนำเพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติตัวให้มีความรอบรู้ในเรื่องนั้นต่อไป

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทการสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น

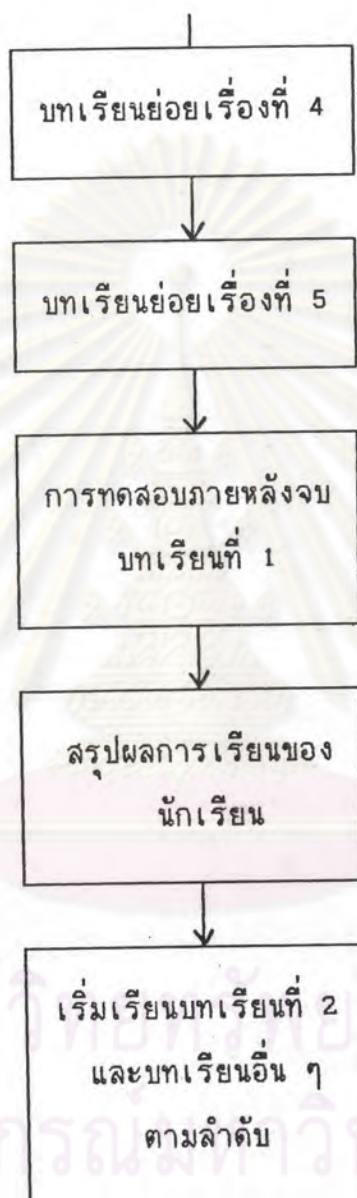
2 ชนิด คือ

1) โปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Tutorial) เป็นแบบที่ไม่ได้ให้ความสำคัญในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนเท่าที่ควร กล่าวคือ นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนไปตามลำดับที่กำหนดให้ตั้งแต่เฟรมแรกจนถึงเฟรมสุดท้ายเหมือนกันหมด แล้วจึงให้ตอบคำถามท้ายบทเรียน โดยถ้านักเรียนตอบคำถามไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องกลับไปทบทวนโปรแกรมนั้นใหม่ แต่ถ้าตอบคำถามผ่านเกณฑ์ที่กำหนดก็จะได้ไปยังโปรแกรมส่วนต่อไป

แผนภูมิที่ 4 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอนชนิดแบบเส้นตรง



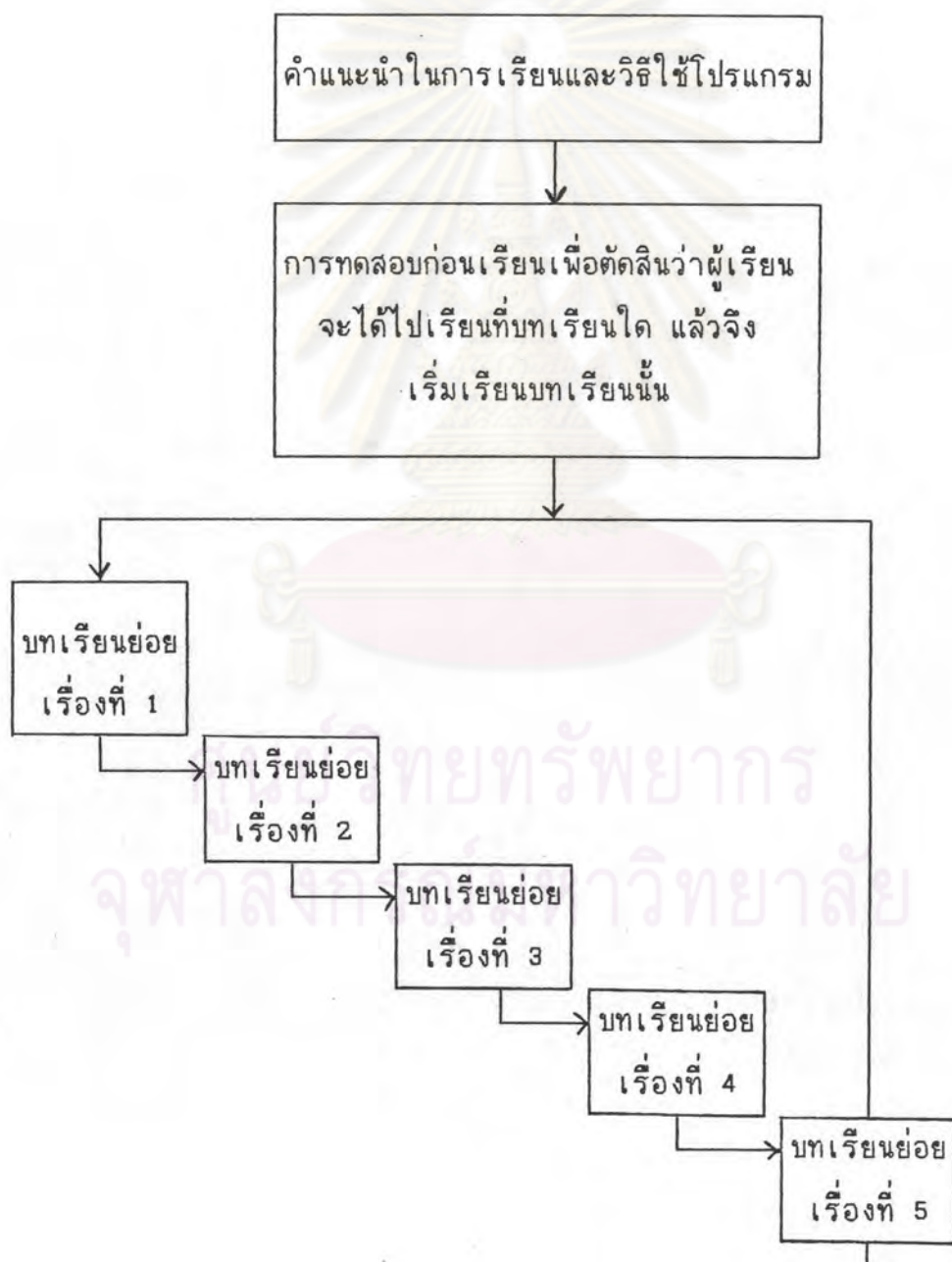
แผนภูมิที่ 4 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอน
ชนิดแบบเส้นตรง (ต่อ)

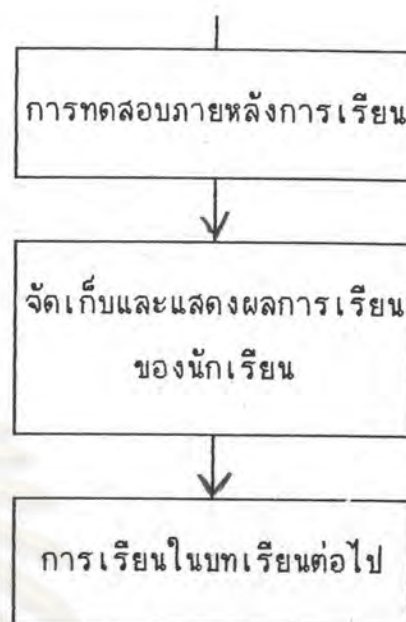


2) โปรแกรมแบบสาขา (Branching Tutorial) เป็นแบบ
ที่ให้ความสำคัญต่อเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้เรียนไปตามระดับความสามารถของตนเอง กล่าวคือ เครื่องคอมพิวเตอร์
จะทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนก่อนเรียนเพื่อเสนอเนื้อหาส่วนที่เหมาะสมให้แก่

นักเรียน ซึ่งภายหลังจากที่นักเรียนเรียนเนื้อหาส่วนนั้นจบ เครื่องก็จะทำการทดสอบภาย หลังการเรียนอีกเพื่อดูว่านักเรียนควรจะเข้าไปเรียนยังเนื้อหาส่วนใดต่อไป ดังมีลักษณะ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอน ชนิดแบบสาขา ดังต่อไปนี้

แผนภูมิที่ 5 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอน ชนิดแบบสาขา





การออกแบบโปรแกรมประเภทการสอนจะมีความยากอยู่ที่ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมคำตอบที่อาจจะเป็นคำตอบที่ถูกต้องไว้หลาย ๆ คำตอบ เตรียมการยอมรับความผิดพลาดของนักเรียนที่เกี่ยวกับการสะกดคำผิด หรือการพิมพ์ตัวอักษรด้วยตัวพิมพ์เล็กหรือตัวพิมพ์ใหญ่ไม่ให้มาเป็นอุปสรรคที่จะทำให้คำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนกลายเป็นคำตอบที่ผิดไปได้ เตรียมการให้ผลป้อนกลับเมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด เตรียมคำตอบหลาย ๆ คำตอบที่อาจจะเป็นคำตอบที่ผิดของนักเรียน พร้อมกับเสนอคำอธิบายที่ชัดเจนให้เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด และจัดเตรียมการทดสอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้เอาไว้เพื่อมิให้นักเรียนต้องกลับไปเรียนในเรื่องที่มีความรู้มาแล้ว

Futrell and Geisert (1984) ได้เสนอข้อคิดเห็นว่าการออกแบบโปรแกรมประเภทการสอนที่ดีควรประกอบด้วย 1) แสดงวัตถุประสงค์ของโปรแกรมที่ชัดเจน 2) จัดให้มีการวัดผลหรือทดสอบ เพื่อให้ทราบความก้าวหน้าของผู้เรียน และ 3) มีขั้นตอนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne (1977) คือ

- 1) มีการเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน
- 2) บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน
- 3) สอบถามประสบการณ์และความรู้เดิมเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนพร้อมจะรับความรู้ใหม่

- 4) ให้นำเนื้อหาและความรู้ใหม่
- 5) แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา
- 6) กระตุ้นการตอบสนองจากผู้เรียน
- 7) ให้นำข้อมูลย้อนกลับ
- 8) ทำการทดสอบ
- 9) จัดให้มีการนำความรู้ไปใช้

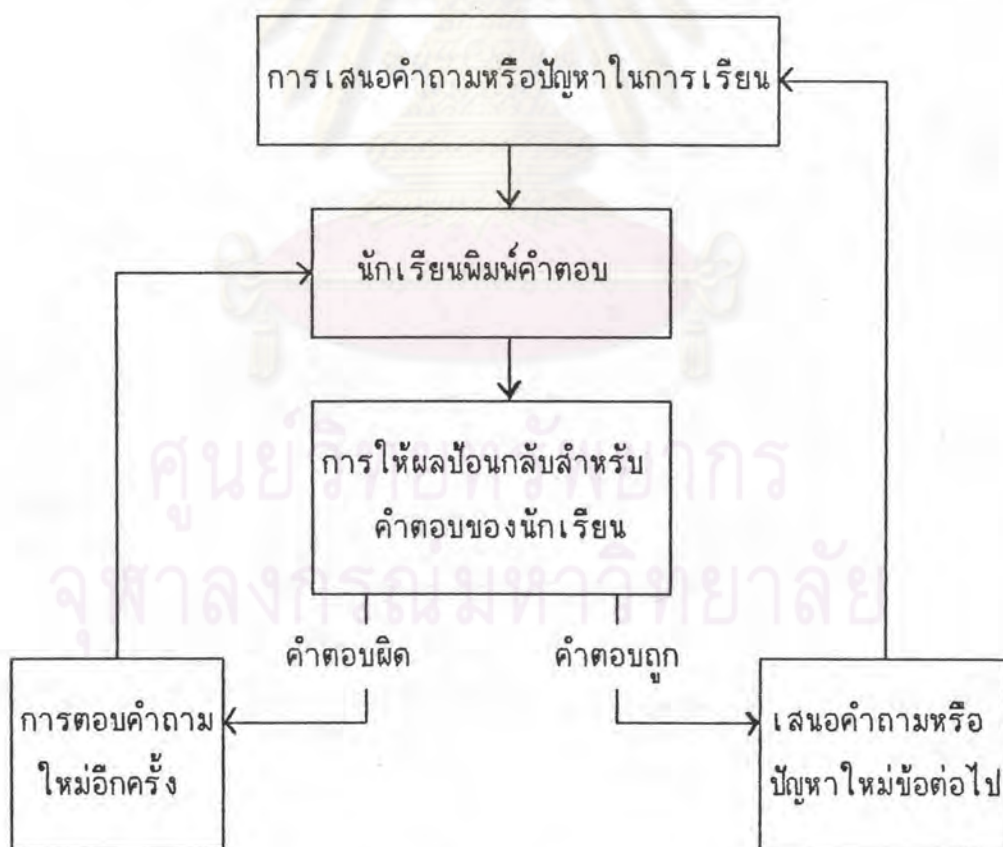
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่มีการใช้กันมากที่สุด และได้รับการวิพากษ์วิจารณ์มากที่สุดในด้านของความคุ้มค่า วัตถุประสงค์ของโปรแกรมประเภทนี้มิใช่การสอนเพื่อให้ความรู้ใหม่แก่นักเรียน แต่มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) เพื่อรักษาหรือคงการกระทำให้ถึงระดับที่ต้องการไว้ 2) ฝึกฝนเพื่อให้ความชำนาญ สามารถนำไปใช้ได้โดยอัตโนมัติ โดยการฝึกทักษะย่อย (sub skills) แต่ละอย่างให้คล่องแคล่วเสียก่อนจึงจะสามารถฝึกทักษะนั้นได้ และ 3) เพื่อช่วยทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไป หลังจากที่มีการสอนเพื่อให้ความรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ ไปแล้ว นอกจากนี้โปรแกรมประเภทนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องของความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วในการกระทำเพิ่มขึ้นด้วย และจะต้องมีการออกแบบที่นำเสนอใจสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้กลับมาใช้บทเรียนนั้นซ้ำหลาย ๆ ครั้งได้

โปรแกรมประเภทการฝึกหัดที่ดีควรจะบอกวัตถุประสงค์ของการฝึกให้ชัดเจนว่าต้องการฝึกอะไร สามารถให้ครูเปลี่ยนแปลงบางส่วนของโปรแกรม เพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนได้ เช่น สามารถปรับเวลาในการเสนอบทเรียนได้ มีหัวข้อของเนื้อหาหลายหัวข้อให้ครูได้เลือกใช้ เป็นต้น ระบบชนิดของโปรแกรม และช่วงอายุของนักเรียนที่จะสามารถใช้โปรแกรมนั้นได้ให้ชัดเจน หรือควรจะได้มีการนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้นไปทดลองใช้กับนักเรียนตามช่วงอายุที่ระบุไว้ก่อนที่จะนำไปใช้จริง เพื่อตรวจสอบคุณภาพความของโปรแกรม จัดเนื้อหาที่จะเสนอให้เป็นระบบ ระวังมิให้เนื้อหาที่ใช้ในการฝึกไปรบกวนหรือเป็นอุปสรรคของเนื้อหาที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว ไม่ควรใช้เวลาในการฝึกยาวนานจนเกินไปแต่ควรจะให้ค่อย ๆ ฝึกทีละน้อย

จากเรื่องย่อ ๆ ก่อน และอาจจะมีการทบทวนเนื้อหาของเรื่องที่เรียนไปแล้วก่อนจะทำการฝึกก็ได้

ลักษณะของการเรียนกับโปรแกรมประเภทนี้ คือ คอมพิวเตอร์จะเสนอคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของเรื่องที่จะฝึกให้ นักเรียนจะต้องตอบคำถามนั้นโดยการพิมพ์คำตอบลงไป จากนั้นคอมพิวเตอร์จะให้ผลป้อนกลับสำหรับคำตอบที่ถูกหรือผิด ซึ่งถ้านักเรียนสามารถตอบได้คำถามถูกต้อง คอมพิวเตอร์ก็จะเสนอคำถามหรือปัญหาข้อใหม่ให้นักเรียนต่อไป แต่ถ้าตอบคำถามผิดนักเรียนจะต้องพยายามตอบคำถามนั้นใหม่ให้ถูกต้อง

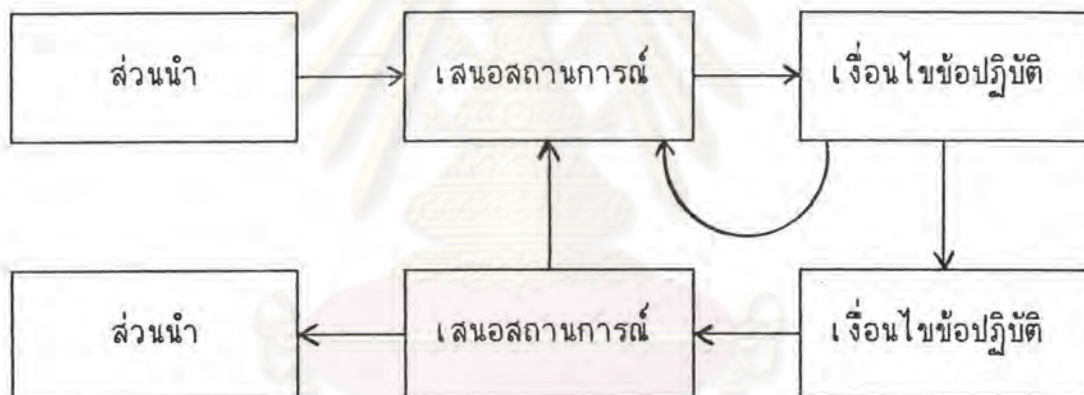
แผนภูมิที่ 6 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการฝึกหัด



3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสร้างสถานการณ์จำลอง (Stimulations) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการ

สอนเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนที่ไม่สามารถนำมาสอนในห้องเรียนได้ให้สามารถนำมาจำลองเพื่อสอนในห้องเรียนด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสร้างสถานการณ์จำลอง โดยคอมพิวเตอร์จะทำการจำลองสถานการณ์ขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนได้ทำการตอบสนองต่อสถานการณ์นั้น จากนั้นคอมพิวเตอร์จึงแสดงผลที่ได้จากการตัดสินใจในการกระทำของนักเรียนให้ทราบ

แผนภูมิที่ 7 ลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสร้างสถานการณ์จำลอง



การสร้างโปรแกรมประเภทนี้จะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างสรรค์และน่าสนใจมากวิธีหนึ่ง เพราะได้ใช้ศักยภาพของเครื่องอย่างเต็มที่ โดยสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ในหลาย ๆ วิชา ทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ประวัติศาสตร์ เป็นต้น ดังตัวอย่างดังนี้

1) ใช้สำหรับการสอนวิชาเคมี เพื่อมิให้เกิดอันตรายแก่นักเรียน ในขณะที่ทำการทดลองเมื่อมีการผสมสารเคมีผิด หรือทำสารเคมีหก ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการระเบิดหรือเป็นอันตรายต่อร่างกายของนักเรียนและห้องเรียนได้ ช่วยในการประหยัดเงินการซื้อเครื่องมือการทดลองที่มีราคาแพง และประหยัดเวลาสำหรับการทดลองที่ต้องใช้ระยะเวลาอันยาวนานกว่าจะเห็นผลให้สามารถเห็นผลได้ในระยะเวลาอันสั้น นักเรียนจะได้พบเห็นการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างใกล้ชิด เข้าใจขั้นตอนของการทดลองอย่าง

แฉ่งแฉ่ง และถ้านักเรียนยังไม่สามารถเข้าใจขั้นตอนของการทดลองขั้นตอนใดก็จะกลับไปศึกษาขั้นตอนของการทดลองนั้นได้ใหม่โดยมีต้องเสียเวลามาเริ่มทดลองใหม่ตั้งแต่ต้น

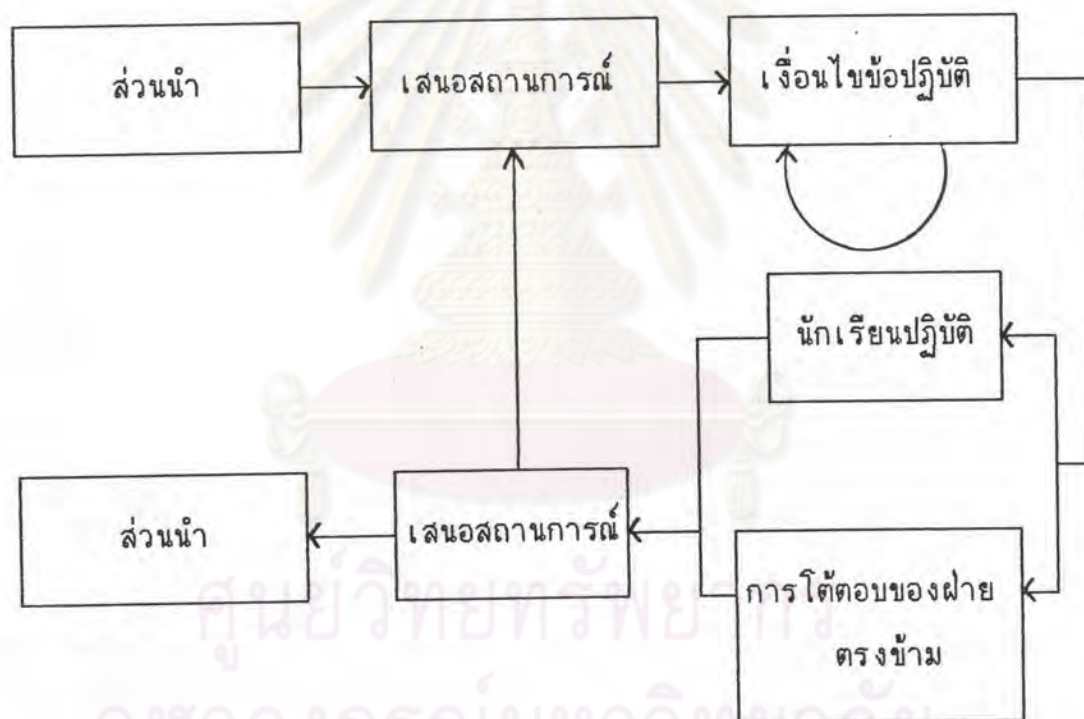
2) ใช้สำหรับการสอนเรื่องราวทางธุรกิจ เช่น คอมพิวเตอร์ จะจำลองสถานการณ์สมมติให้นักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทแห่งหนึ่ง นักเรียนจะต้องพยายามบริหารบริษัทของตนให้มีผลกำไรมากที่สุดจึงจะชนะบริษัทคู่แข่งได้ โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านธุรกิจให้นักเรียนได้ขบคิดและแก้ไขปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนได้ฝึกการตัดสินใจด้วยตัวเอง รู้จักพิจารณาปัญหาและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและขั้นตอน ไม่เกิดความท้อถอยเมื่อต้องเผชิญกับปัญหา และเมื่อตัดสินใจผิดพลาดคอมพิวเตอร์ก็จะให้โอกาสนักเรียนแก้ไขปัญหาให้ถูกต้องด้วยการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นแก่นักเรียน เป็นต้น

4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างมีระบบและขั้นตอน อีกทั้งยังฝึกการคิดและการตัดสินใจในการแก้ปัญหา โดยคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้เสนอปัญหาให้นักเรียนได้แก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยตนเอง ดังนั้นนักเรียนจะต้องรู้จักประยุกต์เนื้อหา หลักการ หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยวิธีการลองผิดลองถูก ซึ่งถ้านักเรียนแก้ปัญหาผิดคอมพิวเตอร์ก็จะเสนอคำแนะนำเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาให้ถูกต้องด้วยตนเองได้ จนนักเรียนมีความชำนาญ และรอบรู้ในเทคนิคการแก้ปัญหานั้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทการสร้างสถานการณ์จำลองบางโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงก็สามารถจะจัดอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการแก้ปัญหาได้ ครูจึงสามารถนำโปรแกรมประเภทนี้มาช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีหลักเกณฑ์ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์สำหรับการนำไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ด้วย ตัวอย่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี คือ โปรแกรมภาษาโลโก้ (Logo) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งซึ่งช่วยในการพัฒนาทักษะความคิดเชิงตรรก (Logical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะ และยังมีจุดประสงค์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับเรื่องเรขาคณิต เป็นต้น

5. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน (Instructional Games) เป็นเครื่องมือการสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างมาก เพราะจะทำให้นักเรียนมีความตั้งใจให้ผ่านวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ตั้งไว้ หรือได้รับรางวัลเมื่อเป็นผู้ชนะในการแข่งขัน พร้อม ๆ กับการได้รับความสนุกสนาน เพลิดเพลินแต่มีจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ที่ชัดเจนในขณะเดียวกัน โครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน มีลักษณะดังนี้

แผนภูมิที่ 8 ลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน



โปรแกรมเกมการสอนที่ดีจะต้องสามารถสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่กันได้ กล่าวคือ สามารถทำให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนได้โดยมีต้องอาศัยการเสริมแรงจากสิ่งอื่น ซึ่งการจะออกแบบโปรแกรมที่จะสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่กันได้จะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1) มีความท้าทาย (Challenge) 2) มีจินตนาการเพื่อฝัน (Fantasy) 3) มีความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2529)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอนจึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้กับทุก ๆ วิชา และยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่น ๆ เช่น ประเภทการฝึกหัด หรือประเภทการสร้างสถานการณ์จำลอง เป็นต้น ให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ดีในการเลือกเกมการสอนมาใช้ประกอบในการเรียนครูจะต้องมีความระมัดระวังไม่เลือกเกมการสอนที่มีลักษณะเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ทารุณ หรือแสดงความก้าวร้าวมาใช้ เพราะจะทำให้เกิดผลเสียต่อตัวนักเรียนได้

นอกจากนี้รูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีอีกหลายรูปแบบ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเพื่อการทดสอบ (Test) การสืบสวน (Inquiry) การสาธิต (Demonstration) การค้นพบ (Discovery) เป็นต้น ซึ่งในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นบางครั้งอาจจะต้องใช้รูปแบบการสอนที่มากกว่า 1 รูปแบบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนนั้น ตัวอย่างเช่น การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอน อาจจะมีลักษณะของโปรแกรมประเภทการฝึกหัดรวมอยู่ในตอนท้ายของโปรแกรมหลังจากที่มีการสอนให้ความรู้แล้ว เป็นต้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนอกจากจะนำมาใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะปกติโดยทั่วไปแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ได้กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียน ซึ่งอยู่ในระบบการศึกษาพิเศษด้วยการใช้ซอฟต์แวร์ (software) และฮาร์ดแวร์ (hardware) ที่มีการออกแบบมาให้มีลักษณะพิเศษโดยเฉพาะเพิ่มเติมเข้าไปในการเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีความสะดวกยิ่งขึ้น อาทิเช่น การใช้ปากกาแสง (light pen) มาช่วยในการป้อนข้อมูล หรือคำตอบเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ง่ายและสะดวกขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเคลื่อนไหวนิ้วมือ โดยการใช้อุปกรณ์แสงและตะลงไปบนจอภาพ ณ ตำแหน่งที่ต้องการ แทนการพิมพ์คำตอบที่ยาว ๆ จากแป้นพิมพ์ (keyboard) เป็นต้น ซึ่งการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะพิเศษดังกล่าวยังคงต้องอาศัยการศึกษา ค้นคว้า และวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำอุปกรณ์และวิธีการที่มีลักษณะพิเศษมาช่วยเสริมให้นักเรียนเหล่านี้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มที่เช่นเดียวกับนักเรียนปกติทั่วไปอีกมาก

ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงสามารถนำมาใช้ได้กับการศึกษาทุก ๆ แบบ ทุก ๆ วิชา และทุก ๆ สถานการณ์ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

4. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (พิทักษ์ ศีลรัตนาม, 2531; ศิริชัย สงวนแก้ว, 2534; สุรสิทธิ์ มณีวรรณ, 2534)

1. ระบุเหตุผล โดยตอบคำถามให้ได้ว่า ทำไมจึงเลือกเนื้อหาที่มีปัญหาในการสอน หรือมีเนื้อหาอื่นที่เร่งด่วนกว่าหรือไม่ และทำไมต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้สื่อประเภทอื่นที่มีราคาถูกกว่าได้หรือไม่ ซึ่งการจะตอบคำถามเหล่านี้ได้ผู้สร้างจะต้องวิเคราะห์เนื้อหา และศึกษาความเป็นไปได้ในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์เนื้อหา โดยครผู้สอนจะต้องมีการประชุมปรึกษาตกลง และทำการเลือกเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทำเป็นเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.1.1 เลือกเนื้อหาที่มีการฝึกทักษะซ้ำบ่อย ๆ และต้องมีภาพประกอบ

1.1.2 เลือกเนื้อหาที่คาดว่าจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม

1.1.3 เลือกเนื้อหาบางอย่างที่สามารถจะจำลองให้อยู่ในรูปการสาธิตได้ เพราะถ้าหากทำการทดลองจริง ๆ อาจจะทำให้อันตราย ต้องใช้วัสดุสิ้นเปลือง หรืออุปกรณ์ราคาแพง

1.2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.2.1 มีบุคลากรที่มีความรู้พอที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตามความต้องการหรือไม่

1.2.2 จะใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนามากเกิน

การสอนแบบธรรมดา หรือพัฒนาด้วยสื่อแบบอื่นได้หรือไม่

1.2.3 ต้องการอุปกรณ์พิเศษที่ต่อเพิ่มเติมจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่

1.2.4 มีงบประมาณเพียงพอหรือไม่

2. กำหนดวัตถุประสงค์ โดยการระบุคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียน ก่อนและหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ดีควรระบุถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนว่าต้องทราบอะไรมาก่อนบ้างที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2 สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนหลังจากใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่านักเรียนควรจะได้เรียนรู้อะไรเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว

ครูควรบอกวัตถุประสงค์ในการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวและทราบจุดหมายปลายทางในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น

3. กำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเขียนเป็นต้นแบบที่เรียกว่า "Story Board" ซึ่งจะใช้ในการสร้างโปรแกรม ต้นแบบควรบอกลักษณะและลำดับการทำงานของโปรแกรมให้ชัดเจน เช่น การจัดตำแหน่ง การนำเสนอหรือแสดงเนื้อหาและรูปภาพบนจอภาพ การแสดงข้อความ วิธีการใช้โปรแกรม การกำหนดการใช้สี แสง เสียง และการนำเสนอและออกแบบเฟรมต่าง ๆ ของโปรแกรม เป็นต้น

4. การสร้างโปรแกรม เป็นการแปลต้นฉบับ (Story Board) ที่อยู่บนกระดาษให้เป็นชุดคำสั่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง การเขียนโปรแกรมจะต้องมีการตรวจแก้ข้อผิดพลาดเนื่องจากสาเหตุต่อไปนี้

4.1 รูปแบบคำสั่งผิดพลาด (Syntax Error) เป็นการใช้อำนาจสั่งไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด

4.2 แนวความคิดผิดพลาด (Logical Error) เป็นข้อผิดพลาด

พลาดเนื่องจากผู้เขียนเข้าใจขั้นตอนการทำงานคลาดเคลื่อน เช่น สูตรการคำนวณที่กำหนดผิด เป็นต้น

โดยหลังจากตรวจและแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เรียกว่า "Bugs" เป็นที่เรียบร้อย และโปรแกรมสามารถทำงานตามต้นแบบที่กำหนดไว้ จึงเป็นอันสิ้นสุดขั้นตอนการสร้างโปรแกรม

5. การทดสอบขั้นตอนการทำงาน เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปให้ครูผู้สอนเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องบนจอภาพ และนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนในสถานการณ์ใช้งานจริง เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมและหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาปรับปรุงต้นแบบและแก้ไขโปรแกรมต่อไป

6. การปรับปรุงแก้ไข หลังจากทราบข้อบกพร่องจากการนำโปรแกรมไปทดสอบการทำงานแล้วก็จะทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม โดยจะต้องเปลี่ยนแปลงที่ตัวต้นแบบก่อนแล้วตามด้วยตัวโปรแกรม หลังจากแก้ไขเรียบร้อยแล้วก็ต้องนำกลับไปทดสอบการทำงานใหม่ และถ้ายังมีข้อบกพร่องอีกก็ต้องปรับปรุงแก้ไขต่อ เพราะฉะนั้นขั้นตอนการทดสอบการทำงานและปรับปรุงแก้ไขจะวนเวียนซ้ำ ๆ จนได้โปรแกรมที่ไม่มีข้อบกพร่องและเป็นที่พอใจของผู้ออกแบบ แล้วจึงนำไปใช้งาน จากนั้นจึงเป็นเรื่องการเขียนคู่มือประกอบการใช้โปรแกรม เพื่อผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้จะได้ตระเตรียมอุปกรณ์ และสภาพการทำงานในการใช้งานโปรแกรมได้ถูกต้อง

7. การประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เป็นการนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียนการสอนหรือในห้องเรียน โดยจะต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้โปรแกรม เช่น โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับเสริมการเรียนรู้ ควรจะมีชั่วโมงกิจกรรมสำหรับการใช้โปรแกรม โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสาธิตการทดลองควรให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนจะเข้าห้องทดลองจริง เป็นต้น

8. การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็นการสรุปผลว่า โปรแกรมที่สร้างเป็นอย่างไร สมควรจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ การประเมินผลสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การประเมินว่านักเรียนหลังจากใช้โปรแกรมนี้แล้วบรรลุ

วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ วิธีการประเมินผลส่วนนี้กระทำโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน

2. ประเมินในส่วนของโปรแกรมและการทำงานว่า การใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมหรือไม่ ทศนคติของผู้เรียนต่อการใช้โปรแกรมเป็นอย่างไร วิธีการใช้โปรแกรมง่ายยากอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียน ความถูกต้องของเนื้อหา เอกสารประกอบ การติดต่อกับผู้เรียนเป็นอย่างไร การประเมินผลส่วนนี้จะใช้แบบสอบถาม

จากขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดจะพบว่า ลำดับขั้นตอนที่ 1, 2, 3 เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นหน้าที่ของนักการศึกษาหรือผู้สอน เพราะมีความรอบรู้ในเรื่องเนื้อหาวิชาที่จะสอน หลักจิตวิทยาการศึกษา ทฤษฎีการศึกษา วิธีการสอน และการวัดผลประเมินผลการศึกษา ส่วนลำดับขั้นตอนที่ 4, 5, 6 เป็นการสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เป็นหน้าที่ของนักคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมเมอร์ที่มีความสามารถและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรม และใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับลำดับขั้นตอนที่ 7 และ 8 เป็นการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน และประเมินผล ซึ่งต้องให้การประสานงานระหว่างนักศึกษากับนักคอมพิวเตอร์ เพราะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้างโปรแกรม สำหรับการประเมินผลเป็นลำดับขั้นตอนสุดท้ายที่จะตัดสินใจว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร ควรจะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่

ดังนั้นแนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาทั้งหมด จึงเป็นการเสนอข้อมูลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ตระหนักถึงแนวทางที่ถูกต้องในการพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดใวงการศึกษา และส่งเสริมการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

5. หลักการประเมินผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Bitter and others (1993) ได้เสนอหลักในการประเมินผล

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 4 ด้าน ด้วยกันคือ

1. การประเมินผลด้านลักษณะการทำงานและ เอกสารประกอบการ
ใช้งาน
 2. การประเมินผลด้านความเหมาะสมในการใช้งานสำหรับผู้เรียน
 3. การประเมินผลด้านความเหมาะสมในการใช้งานสำหรับครูผู้สอน
 4. การประเมินผลด้านความเหมาะสมของเนื้อหา
- ดังมีรายละเอียดการประเมินผลของแต่ละด้านดังต่อไปนี้

1. การประเมินผลด้านลักษณะการทำงานและ เอกสารประกอบการ
ใช้งาน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีลักษณะการทำงานและ
เอกสารประกอบการใช้งาน ดังนี้

- 1) สามารถให้ผู้เรียนแก้ไขเมื่อมีการพิมพ์คำตอบ หรือข้อความ
ต่าง ๆ ผิดพลาด
- 2) เอกสารประกอบการใช้โปรแกรมต้องเขียนให้อ่านเข้าใจ
ได้ง่าย และชัดเจน
- 3) จัดรูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาบนจอภาพได้เหมาะสม
เช่น จัดเนื้อหาในจอภาพไม่ให้แน่นจนเกินไป ใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้ตัวหนา
ตัวเอียง ตัวใหญ่ การขีดเส้นใต้ การใช้สี เป็นต้น มาช่วยผู้เรียนให้อ่านเนื้อหา หรือ
ข้อความได้ง่ายสบายตา
- 4) โปรแกรมต้องไม่หยุดทำงานเมื่อผู้เรียนกดคีย์บนแป้นพิมพ์ผิด
- 5) ควรมี menu ในการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนได้
เลือกส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน
- 6) ให้โอกาสผู้เรียนข้ามเนื้อหาในส่วนที่เรียนรู้ไปแล้วได้ เพื่อ
มิให้เสียเวลาในการเรียน
- 7) ใช้การสะกดคำ หลักไวยากรณ์ และเครื่องหมายวรรคตอน
ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
- 8) จัดเตรียมข้อสรุปในการใช้โปรแกรมอย่างย่อ ๆ ไว้ใน

โปรแกรมและ/หรือในเอกสารประกอบการใช้โปรแกรม

- 9) มีวิธีการเรียกใช้โปรแกรมที่ง่าย ไม่ซับซ้อน
- 10) พยายามให้มีข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรม (bug-free) น้อยที่สุด และไม่ให้ข้อผิดพลาดเหล่านั้นมารบกวนการทำงานของโปรแกรมจนต้องหยุดใช้โปรแกรม โดยพยายามรวบรวมข้อผิดพลาดต่าง ๆ เหล่านั้นไว้เพื่อแก้ไขปรับปรุง หรือเขียนโปรแกรมครั้งต่อไปให้ดีขึ้น
 - 11) นำความสามารถของคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างโปรแกรมได้อย่างเต็มที่
 - 12) อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถใช้คำย่อ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนการพิมพ์ข้อความที่ยาว ๆ ได้ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนที่ไม่มีทักษะในการพิมพ์ดีด เช่น ให้กดตัว Y แทนการพิมพ์คำว่า Yes เป็นต้น
 - 13) ไม่ควรต้องให้มีการปิด-เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อเลิกใช้โปรแกรม หรือต้องการเรียกใช้โปรแกรมอีก
 - 14) การนำเสนอเนื้อหาของโปรแกรมต้องเหมาะสมกับระดับขั้นของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถอ่านเนื้อหาต่าง ๆ ในโปรแกรมได้อย่างเข้าใจ
2. การประเมินผลด้านความเหมาะสมในการใช้งานสำหรับผู้เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีความเหมาะสมในการใช้งานสำหรับผู้เรียน ดังนี้
 - 1) ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้โดยมิต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ในระดับสูง
 - 2) ไม่ควรให้ผู้เรียนต้องพิมพ์เอกสารประกอบการใช้โปรแกรมสำหรับผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา แต่ควรเขียนวิธีการใช้และการเรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในตัวโปรแกรมด้วย เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน
 - 3) ออกแบบบทเรียนให้น่าสนใจ เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ให้มีการสะสมคะแนนในการตอบคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้กลับมาแข่งขันกับคะแนนที่เคยทำไว้ให้สูงขึ้นกว่าเดิม หรือให้สูงกว่าคนอื่น ๆ ที่มีโอกาสได้ใช้โปรแกรมนี้อีก เช่นเดียวกัน เป็นต้น ผู้เรียนจึงเกิดความต้องการในการ

เรียนกับโปรแกรมนั้นซ้ำแล้วซ้ำอีก จนกระทั่งมีทักษะหรือความรู้ตามที่ต้องการ

4) ควรมีการสรุปผลการเรียนของผู้เรียนในตอนท้ายหลังจากเรียนจบให้ผู้เรียนได้รับทราบ และถ้าทำได้ควรให้โปรแกรมสามารถบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนไว้ด้วย

5) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นจะต้องไม่มีความลำเอียงในเรื่องเพศ หรือเชื้อชาติของผู้เรียน

6) ให้ผลป้อนกลับด้วยการเสริมแรงในทางบวกแก่ผู้เรียน เมื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง

7) ให้ผลป้อนกลับด้วยการเสริมแรงในทางลบแก่ผู้เรียน เมื่อตอบคำถามผิด แต่การเสริมแรงในทางลบนั้นจะต้องไม่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ไม่ดีต่อการเรียน ควรจะกระทำในแง่ของการให้คำอธิบายเพิ่มเติม หรือมีข้อความบอกให้ทราบว่า คำตอบผิด ลองพยายามทำดูอีกครั้ง เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจในการเรียนต่อไป

8) ควรให้การเสริมแรงในทางบวกเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าการให้การเสริมแรงในทางลบ

9) ควรส่งเสริมให้มีการเรียนแบบร่วมมือระหว่างผู้เรียน เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้มีทักษะทางสังคม เช่น ให้ผู้เรียน 2-3 คน ช่วยกันแก้ปัญหาจากคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

10) ควรให้ผู้เรียนควบคุมการนำเสนอบทเรียนด้วยตัวเอง เช่น จอภาพจะเปลี่ยนไปเฟรมต่อไปเมื่อผู้เรียนกดแป้นยาว หรือให้ผู้เรียนได้เลือกระดับเวลาในการตอบคำถามด้วยตัวเอง เป็นต้น

11) ให้ผู้เรียนควบคุมขั้นตอนของการเรียนด้วยตนเอง

12) ให้โอกาสผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกบทเรียนที่ต้องการเรียนด้วยตัวเองจาก menu ที่มีให้

13) ให้โอกาสผู้เรียนได้กลับไปศึกษาหรือทบทวนบทเรียนในเฟรมที่ยังไม่เข้าใจซึ่งผ่านมาแล้วได้

14) ให้ผู้เรียนได้เลือกรูปแบบการนำเสนอบทเรียนจากหลาย ๆ

แบบที่มีอยู่ เช่น มีทั้งการจับคู่ การเติมตัวอักษรที่หายไป และการให้เลือกจากตัวเลือก เป็นต้น

3. การประเมินผลด้านความเหมาะสมในการใช้งานสำหรับครูผู้สอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมควรมีความเหมาะสมในการใช้งานสำหรับครูผู้สอน ดังนี้

- 1) จะต้องระบุวัตถุประสงค์ของการเรียนให้ชัดเจน เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนสามารถวางแผนการใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาบูรณาการให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่มีอยู่ได้
- 3) สามารถให้ครูเปลี่ยนแปลงระดับความยากง่ายของโปรแกรมให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคลได้
- 4) สามารถให้ครูเปลี่ยนแปลงรายการ คำศัพท์ การสะกดคำ และคำถามต่าง ๆ ในโปรแกรมได้ เพื่อให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไปได้อีกนาน ๆ
- 5) ควรใช้วิธีการให้เครื่องคอมพิวเตอร์เลือกคำถามขึ้นมาดีกว่า การกำหนดคำถามไว้แบบตายตัวเรียงกันเป็นข้อ ๆ เพื่อมิให้ผู้เรียนจดจำคำตอบไว้โดยไม่ต้องใช้ความคิดในการตอบคำถาม
- 6) ควรออกแบบโปรแกรมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งครูผู้สอน
- 7) ควรจัดให้มีเอกสารประกอบการใช้โปรแกรมสำหรับครู และอาจจัดเตรียมวัสดุต่าง ๆ เพิ่มเติมเข้ามาด้วย เช่น หนังสือเรียน ฟิล์มสไลด์ วิดีทัศน์ เป็นต้น เพื่อการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 8) เอกสารประกอบการใช้โปรแกรมสำหรับครูควรแนะนำวิธีการเขียนแผนการสอนสำหรับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไว้ด้วย
- 9) ควรมีการแนะนำวิธีเรียนแบบเป็นกลุ่มไว้ด้วย
- 10) จัดเตรียมหนังสือแบบฝึกหัดประกอบการเรียนกับโปรแกรม ซึ่งจะมียุภาพ แผนภูมิ แผนผัง หรือคำอธิบายต่าง ๆ ประกอบเพิ่มเติมในการเรียนกับ

โปรแกรมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้ดีขึ้น และอาจมีคำถามของบทเรียนเตรียมไว้ในหนังสือแบบฝึกหัดแล้วเพื่อให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบลงในคอมพิวเตอร์ได้ ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการเรียน

11) จัดเตรียมกิจกรรมที่น่าสนใจประกอบหลังจากการเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ เพื่อช่วยครูในการวางแผนให้ผู้เรียนได้นำความรู้จากการเรียนไปใช้

12) มีระบบการจัดการ (Management System) เพื่อเป็นประโยชน์และช่วยครูเกี่ยวกับการจัดเก็บ การเพิ่มเติม หรือการลบข้อมูลผลการเรียนของนักเรียนได้อย่างเป็นระบบ และจัดโปรแกรมที่มีความเหมาะสมให้กับผู้เรียนได้

13) ควรมีการแนะนำการใช้สื่อหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพิ่มเติมในเอกสารประกอบการใช้โปรแกรมสำหรับครู นอกเหนือจากการเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

4. การประเมินผลด้านความเหมาะสมของเนื้อหา

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีความเหมาะสมของเนื้อหา

ดังนี้

1) ใช้รูปแบบการสอน และมีเนื้อหาในการสอนที่สอดคล้องกับการสอนของครู

2) นำทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ประกอบในการสร้างและออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ

3) เนื้อหาที่ใช้ต้องมีความถูกต้องและเหมาะสม

4) จำนวนของสิ่งที่ได้เรียนรู้จะต้องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ต้องใช้หรือเสียไปในการเรียน

5) ใช้สีสันในการออกแบบโปรแกรมได้อย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของบทเรียน และดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

6) ใช้ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวได้เหมาะสม เพื่อช่วยในการเสริมแรงทางบวก และดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

7) ใช้เสียง หรือเสียงเพลงได้เหมาะสม เพื่อเพิ่มความน่า-



สนใจ และให้โอกาสครูหรือผู้เรียนได้เลือกว่าต้องการใช้เสียงประกอบในการเรียนหรือไม่

8) มีการเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอน และผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในการสอนนั้น

9) เนื้อหาของโปรแกรมจะต้องมีความเหมาะสม และใช้ได้กับนักเรียนทุกคนไม่ว่าจะเป็นนักเรียนหญิงหรือนักเรียนชาย

การทราบหลักการประเมินผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครูในการเลือกซื้อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีความคุ้มค่าทั้งเงินและเวลาของนักเรียนที่ต้องเสียไปกับการเรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น และนอกจากนั้นยังเป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย

6. ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษา รวบรวมเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถแบ่งประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เป็น 3 ด้าน คือ

1. ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อนักเรียน
2. ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครู
3. ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนการสอน

ดังมีรายละเอียดของแต่ละด้านดังต่อไปนี้ (กำพล ดำรงค์วงศ์, 2528; กมลรัตน์ ภาณุรัตน์, 2531; ชวิช หมอชาติ, 2532; ประสิทธิ์ เขียวศรี, 2533; พรพรรณ หาญนิพนธ์, 2535)

1. ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อนักเรียน มีดังนี้
 - 1.1 เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามเอกัตภาพ (Individualized Learning) ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถของตนเอง คนที่ฉลาดและเรียนรู้ได้เร็วก็จะเรียนไปโดยไม่ต้องรอคอยไปพร้อมกัน

ทั้งชั้น และหากผู้เรียนคนใดมีความพร้อมก็สามารถเรียนไปได้โดยไม่ต้องรอให้ผู้สอนปรับพื้นฐานให้เท่ากันเสียก่อน ดังนั้นผู้เรียนแต่ละคนจึงใช้เวลาเรียนไม่เท่ากัน จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนเอง

1.2 คอมพิวเตอร์สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถให้สี เสียง รูปภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนเสนอเนื้อหาในรูปแบบของเกม ซึ่งทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ บทเรียนมีชีวิตชีวา ผู้เรียนจึงเกิดแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าการใช้สื่อชนิดอื่น

1.3 ผู้เรียนสามารถจะเรียนที่ไหน เมื่อใดก็ได้ตามความต้องการหรือความสะดวก เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองจากโปรแกรมที่กำหนดให้ โดยไม่ต้องเรียนไปพร้อมกับเพื่อนทั้งห้อง หรือต้องมีครูคอยควบคุม ดูแล และหากผู้เรียนมีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ที่บ้านก็จะยิ่งช่วยประหยัดเวลาในการเดินทางไปเรียนในที่ไกล ๆ

1.4 ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้ได้เรียนรู้จริงก่อนที่จะผ่านบทเรียนนั้นไป

1.5 ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น หรืออย่างที่เรียกว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning

1.6 ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียน และวิธีการเรียนได้หลายแบบตามความถนัดและความสนใจ ทำให้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน

1.7 ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยโปรแกรมจะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอำนาจตัดสินใจเลือกตลอดเวลาระหว่างกระบวนการเรียน เพื่อสนองตอบตามความต้องการของแต่ละบุคคลให้มากขึ้น

1.8 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียน และทำงานกับโปรแกรมอย่างเต็มที่ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง และเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น จึงมีความคงทนในการเรียนรู้สูง

1.9 ผู้เรียนจะได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อยจากง่ายไปหายาก ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่อ่อน และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน

1.10 ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียน

ได้บ่อยครั้งตามความต้องการจนเกิดความแม่นยำ

1.11 ผู้เรียนจะเรียนได้ดีกว่า และเร็วกว่าการสอนตามปกติ ทำให้ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลง

1.12 สามารถประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วโดยอัตโนมัติ

1.13 ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน เพราะสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนได้ด้วยตัวเอง และเมื่อตอบผิดก็จะไม่รู้สึกอาย เพราะไม่มีผู้อื่นรู้เห็น

1.14 เป็นการสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม

1.15 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ได้กับผู้เรียนทุกเพศทุกวัย ไม่มีขีดจำกัดเรื่องเชื้อชาติและวัฒนธรรม

2. ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครู มีดังนี้

2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดชั่วโมงสอนและลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียนสำหรับครูที่มีงานสอนมาก โดยเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาเป็นการฝึกจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2 ช่วยพัฒนาวิชาการ เนื่องจากผู้สอนมีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาการสอนตามหลักวิชาการ มีเวลาศึกษาค้นคว้าตำราและงานวิจัย มีโอกาสสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสอนให้มากขึ้น

2.3 ครูต้องทำหน้าที่สอนหนักและทำงานหนักทั้งวัน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำจัดการทำงานที่ซ้ำซ้อนหน้าที่ที่ต้องทำซ้ำ ๆ อยู่บ่อย ๆ ออกไปได้อย่างมาก

2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ครูมีเวลาที่จะทำงานกับนักเรียน สามารถให้ความเอาใจใส่ และช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาได้มากขึ้น

2.5 ช่วยครูในการเพิ่มการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามความต้องการของผู้เรียนให้มากขึ้น เช่น มีโปรแกรมสำหรับการฝึกทักษะ และการ

เรียนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียน เป็นต้น

2.6 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นเครื่องมือสนับสนุนให้ครูใช้โปรแกรมต่างกันในแต่ละเทอมการศึกษา

2.7 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ครูได้ปรับปรุงตนเองให้มีประสิทธิภาพ ทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

3. ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนการสอน มีดังนี้

3.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเป็นมาตรฐาน กล่าวคือ ความรู้ที่ได้มีความแน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของครู และการเตรียมการสอนของครู หรือยิ่งถ้าเป็นครูคนละคนการสอนก็มักจะแตกต่างกัน แต่ถ้าเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วผู้เรียนจะผ่านบทเรียนที่เหมือนกันทุกอย่าง เป็นการรักษาคุณภาพของการสอน สามารถกำหนดลงไปได้แน่นอนว่าผู้เรียนจะรู้อะไร และสามารถทำอะไรได้บ้างภายหลังจากจบบทเรียน

3.2 สามารถให้ผลป้อนกลับได้ทันที โดยคอมพิวเตอร์สามารถจะจัดและสนองตอบกับคำตอบทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้ดีกว่าครูในระยะเวลายั้ง

3.3 มีความง่ายในการบันทึกข้อมูล ทั้งนี้เพราะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บบันทึกข้อมูลการเรียนการสอนทั้งหมดไว้ได้ ทำให้ครูสามารถเรียกข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มมาดูได้ทันที

3.4 ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของการเรียนรู้ เพราะการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนจะสามารถนำมาใช้สำหรับการปรับปรุงหลักสูตร เพื่อให้มีความก้าวหน้า และเกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

3.5 สามารถแก้ไข ปรับปรุง หรือเพิ่มเติมเนื้อหาของบทเรียนได้ง่าย โดยการแก้ไขหรือเพิ่มเติมเฉพาะส่วนที่ต้องการ ทำให้ไม่จำเป็นต้องแก้ไขใหม่ทั้งหมด

3.6 ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนได้ จึงทำให้เปิดสอนได้ในบางวิชาที่ผู้เรียนต้องการได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนของผู้สอนและผู้เรียนว่า

จะมีเพียงพอที่จะเปิดสอนหรือไม่

3.7 สามารถสอนหรือใช้ฝึกอบรมในลักษณะที่สมจริงให้กับผู้เรียนได้ เนื่องจากสามารถจำลองการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงได้ เช่น ใช้ในการฝึกขับเครื่องบินสำหรับนักบิน เป็นต้น

3.8 คอมพิวเตอร์สามารถใช้ร่วมกับสื่ออื่นได้ เช่น วิตทัศน์ สไลด์ วิทยุเทป เป็นต้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

7. ข้อจำกัดบางประการเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแม้จะเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างมาก แต่ก็มีข้อจำกัดบางอย่างที่อาจจะกลายเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนที่ควรจะทราบไว้ (วีระ ไทยพานิช, 2527; สุกิริ รอดโพธิ์ทอง, 2532; สัจจิรา เดือนอารีย์, 2533) ดังนี้คือ

1. ปัจจุบันแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีราคาถูกลง แต่การซื้อเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อมาใช้ในการเรียนการสอนกับนักเรียนในโรงเรียนนั้นมิใช่เป็นการซื้อเพียงเครื่องหรือสองเครื่อง อย่างน้อย ๆ ก็ควรจะต้องเป็น 20 เครื่องขึ้นไป ซึ่งจะต้องใช้เงินเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้องค์ประกอบอย่างอื่นที่เกี่ยวข้องกับการใช้และลงทุนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ก็ยังมีเพิ่มอีกมาก เช่น ค่าทำนุบำรุงเครื่องที่ค่อนข้างสูง การจัดหาห้องที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นรวมทั้งฝุ่นละออง เป็นต้น ทำให้อำนาจการซื้อกับเงินทุนที่มีอยู่ยังห่างไกลกันมากสำหรับโรงเรียนบางแห่งหลายโรงเรียน โรงเรียนหลายแห่งจึงต้องซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยระบบผ่อนส่งเป็น 2 ปี 3 ปี หรือ 5 ปี ซึ่งหากไม่มีการวางแผนที่ดีจะทำให้เป็นการเสี่ยงที่ไม่คุ้มค่าอย่างยิ่ง

2. การยอมเสี่ยงกับการล้าสมัยของเครื่อง เป็นที่ทราบกันดีว่าเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลาทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) โดยเฉพาะทางด้านซอฟต์แวร์ที่ไม่มีโปรแกรมตัวใดสามารถทำงานได้กับคอมพิวเตอร์ทุกตระกูล ทำให้โรงเรียนต้องตัดสินใจให้รอบคอบในการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ มิฉะนั้น

การเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์บ่อย ๆ นอกจากจะจ่ายเงินเป็นจำนวนมากแล้วยังอาจ
จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ไม่คุ้มค่างับเงินที่ต้องเสียไป

3. ปัญหาความขัดข้องทางด้านเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และ
ส่วนประกอบ ตลอดจนตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสิ่งที่มีความสำคัญทั้งนี้
เพราะ การที่เครื่องคอมพิวเตอร์ขัดข้องหรือมีปัญหา จะทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่สน
ใจที่จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ มีความกังวล เครียดกับการปฏิบัติงาน การรู้วิธีการ
หรือแหล่งซ่อมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครูที่ไม่สามารถแก้ปัญหาเอง
ได้ ดังนั้นครูควรจะต้องติดต่อแหล่งขาย หรือบริษัทที่ผลิตเพื่อขอความช่วยเหลือ หรือคำ
แนะนำในการแก้ไขเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือเพื่อติดตามผลการผลิตโปรแกรมคอมพิว-
เตอร์ช่วยสอนที่ออกใหม่ อยู่ตลอดเวลา

4. คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังไม่มีประสิทธิภาพ
เพียงพอ ไม่ตรงกับความต้องการของครู และไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงเรียน
โดยเฉพาะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นภาษาไทยจะมีกลุ่มผู้สนใจผลิตน้อยมาก
เพราะต้องใช้ค่าใช้จ่ายและเวลาในการเขียนโปรแกรมนาน เช่น โปรแกรมที่นักเรียน
ใช้เวลาเรียนเพียง 1 ชั่วโมง ต้องใช้เวลาในการผลิตประมาณ 200 ชั่วโมง จึงจะ
เสร็จ เป็นต้น ทำให้ตลาดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของประเทศไทยไม่
เคลื่อนไหวเท่าที่ควร

นอกจากนี้ความหลากหลายของฮาร์ดแวร์ซึ่งกระจัดกระจายอยู่
ตามโรงเรียนและสถาบันการศึกษาทั่วไปทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง
ขึ้นกับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบหนึ่งไม่อาจใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกแบบหนึ่งได้
และความยากในการป้องกันการทำสำเนา (copy) ก็เป็นสาเหตุทำให้การผลิตโปร-
แกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ก้าวหน้า

5. ผลของการวิจัยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อเด็กทางด้าน
สังคมยังมีไม่มากนัก นักการศึกษาบางท่านเชื่อว่า การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มากเกินไป
ไปจะเป็นการลดความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีต่อกันลงไป ผลการป้อนกลับและการเข้า
ความสนใจต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์ยังไม่มี ความหมายเท่าเทียมกับผลป้อนกลับจาก
มนุษย์ ทั้งนี้เพราะ ผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องการจะได้การยอมรับในเรื่องความสำเร็จ

ความภาคภูมิใจในการเรียนจากผู้ที่มีความสำคัญต่อตน ซึ่งครู พ่อแม่ และเพื่อนร่วมชั้น เป็นผู้ที่มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในวัยเด็กเป็นอย่างยิ่ง ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์แม้จะทำให้ผู้เรียนพึงพอใจ แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญด้านความรู้สึกในด้านการยอมรับดังกล่าว ทำให้มีความหมายต่อผู้เรียนน้อยกว่าข้อมูลที่ได้รับจากมนุษย์

คอมพิวเตอร์ไม่สามารถเป็นตัวแทนของครูได้โดยสมบูรณ์ ทั้งนี้เพราะ การเรียนการสอนจะต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลปะ ต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ด้วยกัน หากใช้เครื่องจักรกลสอนเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายทางการศึกษาอย่างสมบูรณ์

6. การขาดแคลนบุคลากรทั้งทางด้าน ผู้มีความรู้เกี่ยวกับการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผู้มีความรู้ในการสอนคอมพิวเตอร์ ทำให้ความร่วมมือในการพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร

7. ครูยังขาดทักษะ และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ครูบางคนยังมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อคอมพิวเตอร์ เพราะกลัวว่าคอมพิวเตอร์จะมาแทนครู และการนำคอมพิวเตอร์มาใช้จะเป็นการเพิ่มภาระให้แก่งานของครูมากขึ้น ความคิดเช่นนี้จะมิมีอิทธิพลทำให้ครูรู้สึกต่อต้านการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในโรงเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

Mich (1986) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการสอนการคูณให้แก่นักเรียนเกรด 3 จำนวน 30 คน แล้วจึงทดสอบผลการเรียนภายหลังจากการสอนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Hawley (1986) ทำการศึกษาเกี่ยวกับราคา ผลการใช้ และประโยชน์

ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน
เกรด 3 และ 5 จำนวน 41 คน และ 38 คน ตามลำดับ โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลอง
ได้รับการสอนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลปรากฏ
ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะทางคณิตศาสตร์ดีกว่า แต่ในด้านทัศนคติไม่แตกต่างกัน
และประสิทธิภาพต่อการลงทุนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Bernstein (1988) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการบูรณาการการใช้
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการฝึกหัดและฝึกทักษะกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถม-
ศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตั้งแต่เกรด 1-6 จำนวน 136
คน ที่จะได้รับการฝึกให้มีความมั่นใจ และรวดเร็วในการเรียนทักษะทางคณิตศาสตร์
ผลการทดลองพบว่า นักเรียนเกรด 1, 2 และ 5 มีคะแนนการตอบคำถามเพื่อทดสอบ
ความรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์ดีกว่าก่อนการทดลอง , ไม่มีความแตกต่างของคะแนนรวม
ทั้งหมดภายหลังจากการทดลองของนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ยกเว้นนักเรียนในเกรด
5 และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่สามารถช่วยเพิ่มความมั่นใจ และรวดเร็วใน
การเรียนทักษะทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนในเกรด 1 และ 2 ได้ แต่อย่างไรก็ตาม
ผลจากการฝึกก็สามารถทำให้นักเรียนทั้งหมดมีคะแนนเพิ่มขึ้นภายหลังจากการสอนได้

Edgar (1988) ได้ทำการศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผล-
สัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 2-4
จำนวน 579 คน ด้วยการทดสอบก่อนและหลังการเรียน และทดสอบซ้ำอีก 1 ครั้ง
ภายหลังจากการเรียน ผลการทดลองพบว่า ไม่มีความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนระยะสั้นและระยะยาวระหว่างเพศ ระดับความสามารถ หรือเจตคติต่อการเรียน
ของนักเรียนเกรด 1 , มีความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระยะสั้นและระยะ
ยาว แต่ไม่มีความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องของเพศ ระดับความ
สามารถ หรือเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนในเกรด 2 และ 3 , และไม่มีความ
แตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระยะสั้นและระยะยาว และไม่มีความแตกต่างของ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จำแนกตามระดับความสามารถ แต่มีความแตกต่างของผล-

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องของเพศ และเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนเกรด 4

Watkins (1989) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการฝึก-
หัดและฝึกทักษะที่มีต่อเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการสะกดคำ ของนัก-
เรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียน จำนวน 120 คน ผลการ
ทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติที่ดีต่อ
การเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Gmitter (1990) ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีสอน 3 แบบ คือ การ
สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสอนแบบเพื่อนสอนเพื่อน และการสอนตามวิธีปกติ
ที่มีต่อทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนเกรด 3 และศึกษาเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ
การเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์-
ช่วยสอนจะให้ผลดีกว่าการสอนแบบเพื่อนสอนเพื่อน และยังทำให้นักเรียนมีทักษะการ
คิดคำนวณได้รวดเร็ว และมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากกว่า , การสอนแบบ
เพื่อนสอนเพื่อนจะให้ผลดีกว่าการสอนตามวิธีปกติ และช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการ
เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ 20 นาที ต่อ วัน

Ryser (1991) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ และทัศนคติของนักเรียน จากนักเรียนโรงเรียน
ประถมศึกษาจำนวน 2 โรงเรียน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองสำหรับโรงเรียนที่มีการใช้คอม-
พิวเตอร์ในโรงเรียน และกลุ่มควบคุมสำหรับโรงเรียนที่ไม่มีการใช้คอมพิวเตอร์ใน
โรงเรียน ผลการทดลองพบว่า ไม่มีความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา
คณิตศาสตร์ และการอ่านระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่นักเรียนในกลุ่มทดลอง
ที่มีการใช้คอมพิวเตอร์จะมีความกระตือรือร้น และความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนมากกว่า
และไม่พบความแตกต่างในเรื่องของเพศที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ และ
บุคลิกภาพของนักเรียนกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียน

Loipha (1992) ได้ทำการศึกษาเพื่อสำรวจการใช้คอมพิวเตอร์ของโรงเรียนประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้แบบสอบถามจำนวน 2 ชุด ที่สร้างขึ้น เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากครูในโรงเรียนจำนวน 527 คน และอาจารย์ผู้สอนในวิทยาลัยต่าง ๆ จำนวน 94 คน ผลการสำรวจพบว่า

1) ครูส่วนใหญ่ของโรงเรียนยังไม่มีคอมพิวเตอร์ใช้ในโรงเรียน และสำหรับครูที่โรงเรียนมีการใช้คอมพิวเตอร์แล้วพบว่า ผู้บริหารยินดีที่จะให้การสนับสนุนครูนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในโรงเรียน มีครูเพียงร้อยละ 24.86 ที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในห้องเรียน ครูส่วนใหญ่จะใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ และมักใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนเพื่อการฝึกหัดและฝึกทักษะ การสอนเนื้อหา และการแก้ปัญหา มากที่สุด

2) โรงเรียนส่วนใหญ่ที่มีการใช้คอมพิวเตอร์ จะมีห้องเรียนสำหรับเรียนคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ มีโรงเรียนเพียงไม่กี่แห่งเท่านั้นที่มีคอมพิวเตอร์อยู่ในห้องเรียน ครูส่วนใหญ่เห็นว่า ซอร์ฟแวร์ที่โรงเรียนมีอยู่ยังไม่เพียงพอ จึงต้องการให้โรงเรียนจัดหาซอร์ฟแวร์ต่าง ๆ มาใช้ให้มากขึ้น และต้องการให้โรงเรียนสนับสนุนให้ครูได้มีความรู้เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์มากขึ้น เพราะเห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดผลดีต่อตัวนักเรียน

3) ครูส่วนใหญ่มีทัศนคติในทางบวกต่อการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอน และเห็นว่า ควรให้มีการใช้คอมพิวเตอร์กับการเรียนในหลาย ๆ วิชา โดยการปรับปรุงหลักสูตรที่มีอยู่ให้สามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนได้

4) ครูส่วนใหญ่สนใจที่จะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนมากกว่าการสนใจว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นจะมีลักษณะ หรือจัดอยู่ในประเภทใด และทำอย่างไรจึงจะสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนได้

Clayton (1993) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการอ่าน ของนักเรียนทั่วไป และนักเรียนที่มีปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำ เป็นเวลา 1 ภาคเรียนการศึกษา กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 2-5 ของโรงเรียนประถมศึกษา ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐ South Carolina ผลการวิจัยพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนเกรด 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านสูงขึ้น และทำให้นักเรียนเกรด 3 และ 4 ที่มีปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจต่ำมีทัศนคติที่ดีต่อการอ่านมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนเกรด 2, 4 และ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น และนักเรียนในเกรด 3 และ 4 มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นด้วย

สุพรรณิ คงกะนันท์ (2530) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อเรื่องเศษส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนส่วนใหญ่สนใจและสนุกกับการเรียนซ่อมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้เหตุผลว่าตนได้รับประโยชน์ทำให้เข้าใจบทเรียนดีขึ้น และผู้ปกครองส่วนใหญ่เห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อนักเรียนมาก ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และโรงเรียนควรสนับสนุนการเรียนเช่นนี้ให้มาก

อุทุมพร จามรมาน และคณะ (2528-2530) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ประถมศึกษาสำหรับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนแบบไม่แบ่งชั้นเรียน มีขอบเขตเนื้อหาครอบคลุมชั้น ป.1-ป.6 แต่ทดลองใช้กับนักเรียนระดับ ป.2-ป.6 เท่านั้น จากการวิจัยพบว่า ในด้านประสิทธิภาพสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ตามหลักการเทคโนโลยีเพื่อช่วยการสอน ด้านประสิทธิผลพบว่าใช้เวลาเรียนน้อยกว่าปกติมาก ในด้านความสนใจพบว่าผู้เรียนมีความสนใจและสนุกสนานมากกว่าการเรียนในห้องเรียน

กมลรัตน์ ภาณุรัตน์ (2531) ได้ทำการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากการเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมการ นักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กำหนดอัตราความก้าวหน้าต่างประเภทกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของความก้าวหน้ากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดำรงค์ ตาแจ่ม (2531) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมประกอบเนื้อหา กับไม่มีเกมประกอบเนื้อหา กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมประกอบเนื้อหา และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเกมประกอบเนื้อหา ผลการทดลองพบว่าผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2

รุ่งนภา ฟองดาววิรัตน์ (2532) ทำการเปรียบเทียบผลของแบบการให้ผลป้อนกลับทางบวก ทางลบ และทั้งทางบวกและทางลบ ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า การให้ผลป้อนกลับทั้งสามแบบทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชายและหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบของการให้ผลป้อนกลับ กับเพศของนักเรียน

บงกชพันธ์ ทองงาม (2533) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 16 คน โดยให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนเป็นรายบุคคล และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนเป็นกลุ่ม จำนวน 20 ครั้ง ครั้งละ 40 นาที

ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้ เป็นกลุ่มสูงกว่าเป็นรายบุคคล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังจากที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้ที่เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นฤมล เพ็ชรสุวรรณ (2534) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า การเรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งว่า การนำเสนอบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละมีคำอธิบายในบทเรียนชัดเจนดี การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ มีสีสันสวยงาม มีภาพการ์ตูน มีรูปภาพที่น่าสนใจ และมีตัวหนังสือชัดเจนดี และทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการเรียน สามารถเข้าใจบทเรียนได้เร็วขึ้น ตลอดจนมีความมุ่งมั่นที่จะทำคะแนนคณิตศาสตร์ให้ได้สูงขึ้น

วิระเกียรติ ภูศิริ (2534) ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ด้านความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปทรง และ ปริมาตร จากภาพแบบสมบูรณื กับแบบต่อเนื่อง โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาพแบบสมบูรณื และกลุ่มทดลอง 2 เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาพแบบต่อเนื่อง กลุ่มละ 30 คน ผลปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง 2 สูงกว่ากลุ่มทดลอง 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น จากตัวอย่างของงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นจะแสดงให้เห็นว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกำลังเป็นที่ยอมรับและมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งสำหรับในประเทศไทยนั้น การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในโรงเรียนยังคงเป็นเรื่องที่ค่อนข้างจะใหม่ของการศึกษา การคำนึงถึงความคุ้มค่า และภาระที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับ

การเรียนและการใช้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ แต่จากผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนของตัวอย่างงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาสามารถแสดงให้เห็นว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยพัฒนา หรือมีผลดีต่อการเรียนรู้ และการเรียนการสอน ดังนั้นสิ่งสำคัญที่สามารถจะแก้ไขความไม่แน่ใจในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในโรงเรียนก็คือ การพยายามพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถผสมผสานระหว่างเทคโนโลยี ปรัชญาทางการศึกษา และจิตวิทยาการศึกษาได้อย่างกลมกลืน เพื่อให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นประโยชน์สูงสุดกับครู และสามารถนำคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้ทำงานได้อย่างคุ้มค่าต่อไป.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย