

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสริมการสอน ผู้วิจัยได้ ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. ปัญหาและการแก้ปัญหา

1.1 ปัญหา

1.2 โจทย์ปัญหา

1.3 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2 การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

2.3 แบบจำลองสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ – ฟิสิกส์

3. สารการเรียนรู้และองค์ความรู้เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาและการแก้ปัญหา

ความหมายของปัญหา

Kepner และ Tregoe (1981 : 226) สรุปนิยามปัญหาได้ว่า ปัญหา หมายถึง เหตุการณ์ที่เห็นเป็นเบาะแสจากที่ควรจะเป็นหรืออีกนัยหนึ่งคือความแตกต่างระหว่างสถานะที่เกิดขึ้นจริงกับสถานะที่ตั้งเป้าหมายว่าควรจะเป็น

Krulik และ Rudnick (1996 : 20) ได้กล่าวถึง ความหมายของปัญหาไว้ว่า หมายถึง สถานการณ์ ในรูปของปริมาณหรือสิ่งอื่นที่บุคคลหรือกลุ่มคนเผชิญและมีความต้องการแก้ไข ซึ่งปัญหานั้นบุคคลอาจจะมองไม่เห็นหรือไม่ปรากฏชัดในความหมายหรือวิถีทางที่บรรลุ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2545 : 527) ให้นิยามของปัญหาสรุปไว้ว่า ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัย ความสงสัย สิ่งเข้าใจยาก สิ่งที่ไม่รู้หรือคำถามอันได้แก่โจทย์ในแบบฝึกหัด หรือข้อสอบเพื่อประเมินผล

รสนา อัคระกิจ (2545 : 2) ให้นิยามของปัญหาสรุปได้ว่าปัญหา หมายถึง เหตุการณ์ยุ่งยาก ที่จะต้องแก้ไขหรือสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์หรือเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ตรงตามคาดหวังโดยไม่ทราบสาเหตุหรือการที่มนุษย์ไม่รู้จักริวิธีทำอะไรจึงจะบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547 : 6) กล่าวสรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันทีหรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

จากความหมายของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือ เหตุการณ์ ข้อสงสัย สิ่งที่ไม่เข้าใจยากหรือสิ่งที่อ่านแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที การจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้นั้นจะต้องดำเนินการแก้ไข ด้วยกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหานั้นให้หมดไป

ความหมายของการแก้ปัญหา

Krulik และ Reys (1980 : 3 - 4) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหา มีความหมายครอบคลุม 3 ประการ คือ ประการแรกการแก้ปัญหาเปรียบเสมือนเป้าหมาย ประการที่สองการแก้ปัญหาเปรียบเสมือนขบวนการ และประการที่สามการแก้ปัญหาเปรียบเสมือนทักษะขั้นพื้นฐาน

Polya (1980 : 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการหาวิถีทางจะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่เอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อให้ได้ข้อสรุป หรือคำตอบ ที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

Hough (1984 : 1) ได้ให้คำจำกัดความของการแก้ไขปัญหาไว้ใน Problem Solving Newsletter สรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหา คือ กิจกรรมที่ใช้ในการคัดเลือกคุณค่าที่ดีที่สุดสำหรับสิ่งที่ไม่รู้ภายใต้การจัดสถานการณ์เฉพาะที่เหมาะสมต่อปัญหานั้นๆ

2. การแก้ปัญหา เป็นการค้นหาวิธีการสำหรับสิ่งที่ไม่รู้เพื่อนำไปสู่ข้อยุติที่ชัดเจน ข้อยุตินั้นไม่อาจชี้ชัดได้ด้วยวิธีการใดๆ ก็ต้องค้นคว้าหาวิธีการอื่นๆ จนกว่าจะพบข้อยุติที่ดีที่สุด

3. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและทำการคัดเลือกวิธีการที่ดีที่สุดจากแหล่งข้อมูลเหล่านั้น

Sdorow (1993 : 361) ได้กล่าวถึงการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นกระบวนการคิดแบบหนึ่งที่สามารถช่วยให้เราเอาชนะอุปสรรค เพื่อไปสู่เป้าหมายที่กำลังเผชิญอยู่ได้

สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์ดากร (2541) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาหมายถึง อธิบาย แยกแยะ หาคำตอบของปัญหาที่ยุ่งยากหรือปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข

ยุดา รัชภัยไทย และ ธนิการต์ มาฆะศิรินันท์ (2542 : 9) กล่าวถึงการแก้ปัญหารูปได้ว่าการแก้ปัญหา คือ การทำให้เกิดสภาพการณ์ที่เราคาดหวัง

อุษณีย์ โพธิสุข (2543 : 6) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหารูปได้ว่า การแก้ปัญหาหมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิด ซึ่งต้องใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่างๆ จนสามารถหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไปและบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการพร้อมทั้งได้มาซึ่งความรู้ใหม่

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 : 54) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะความรู้ความเข้าใจ ความคิด ความรับรู้ พฤติกรรมต่างๆ ประสบการณ์เดิม ทั้งทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (การเรียนรู้ด้วยตนเอง) มโนคติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต เพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดไปและบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

รศนา อัสชะกิจ (2545 : 11) กล่าวสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างปัญหากับข้อเฉลยหรือทางออกของปัญหา และการแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการลดความเบี่ยงเบน (ด้านลบ) ของสาเหตุให้เป็นเป้าหมาย (ด้านบวก)

จิราภรณ์ เป็งวงศ์ (2546 : 12) ได้สรุปความหมายของการแก้ปัญหามาตามแนวของ Gagne ว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคือการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา

เจนส์ก โปธิศาสตร์ (2546 : 3) ได้สรุปการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ที่เป็นการแก้ปัญหา การแก้ปัญหเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในภาวะที่มีความลำบากยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุมมีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ เพื่อจะตรวจสอบว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่

วณิช สุรรัตน์ (2547: 94) ได้สรุปความหมายของการแก้ปัญหามาของ Gleitman (1992)ไว้ว่า การแก้ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหจะต้องใช้กระบวนการคิด ซึ่งเกิดขึ้นภายในสมองอย่างเป็นขั้นตอนซึ่งจะต้องมีการจัดระบบองค์ประกอบต่างๆ โดยใช้วิธีการเฉพาะเป็นเรื่อง เพื่อให้กระบวนการแก้ปัญหามีทิศทางตรงสู่เป้าหมายและสามารถแก้ปัญหาได้ในที่สุด

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 15) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหามาสรุปได้ว่าการคิดแก้ปัญหามีความหมายถึง ความสามารถทางสมองในการจัดภาวะไม่สมดุลที่เกิดขึ้นโดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่คาดหวัง

ฤกษ์ดี เสนอเรื่อง (2549 : 34) ได้สรุปความหมายของการแก้ปัญหามาหมายถึง การแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนต้องอาศัยความสามารถของบุคคลหลายๆ ด้านรวมทั้งการรับรู้ แรงจูงใจ ประสบการณ์ การคิดและเชาว์ปัญญา

จากความหมายของการแก้ปัญหาค้างกล่าว พอสรุปได้ว่า เป็นวิธีการที่ผู้แก้ปัญหจะต้องใช้กระบวนการที่ซับซ้อนของสมองโดยอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม มาวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลและจินตนาการเพื่อหาแนวทางปฏิบัติ เพื่ออภิปรายหาข้อเฉลยหรือทางออกของปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

แนวคิดในการแก้ปัญหา

Albrecht (1978, แปลโดย เรืองศักดิ์ ปานเจริญ , 2546: 17) ได้แนะวิธีการในการแก้ปัญหาสรุปได้ดังนี้

1. พิจารณาปัญหาไปทีละขั้นอย่างปกติธรรมดา โดยแบ่งปัญหามาออกเป็นส่วนๆ ที่จะทำให้จัดการได้ใช้ความอดทนในการสำรวจปัญหาแต่ละส่วนในแต่ละครั้งจนกระทั่งได้ข้อเท็จจริง (Fact) และข้อสรุป นำมาเรียงร้อยกันอย่างมีเหตุผลซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบที่ต้องการ

2. เขียนภาพ โดยทำภาพสเกตช์ แผนภูมิ ภาพประกอบ หรือภาพเปรียบเทียบที่สามารถนำไปใช้ทำงานได้

3. การเรียบเรียงข้อความใหม่ โดยแจกแจงปัญหาไปอีกลักษณะหนึ่งด้วยการใช้รูปประโยคหรือถ้อยคำที่ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น

4. ล้อมรั้ว โดยการตัดทอนปัญหาให้มีขนาดเล็กลงและทำส่วนหนึ่งให้ดูง่ายขึ้น หรือตัดข้อที่พิจารณาแล้วไม่เข้าประเด็นออกไป เอาไว้ที่เปรียบเทียบชัดเจนกว่ามากันแบ่งไว้ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการมากขึ้น

5. แยกรายการเป็นข้อๆ โดยการจัดแยกรายการข้อมูลทุกอย่างที่รู้แล้วทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นทางเลือก ความเป็นไปได้ สถานการณ์ การเรียบเรียงหรือการผสมผสานรวมกันซึ่งต้องนำไปประเมินในการหาทางแก้ไขผู้กร้อยโดยการจัดเรียงทางเลือกหลักและทางเลือกย่อยที่มีอยู่หลากหลายให้ออกมาในรูปของลูกโซ่แห่งเหตุผลในรูปของช่วงเวลาหนึ่งๆ หรือแผนผังแบบก้างปลาเพื่อจะได้สามารถติดตามและวินิจฉัย วิธีแก้ปัญหามองเห็นแล้วว่าทางใดจะถูกต้องที่สุด

6. เปลี่ยนลู่ทางโดยการหยุดพิจารณาทบทวนวิธีการที่ใช้แก้ปัญหทั้งหมดเริ่มต้นใหม่ด้วยวิธีการที่แตกต่างจากเดิมทั้งหมดหรือเริ่มจากการมองในลักษณะที่ผิดไปจากเดิมขยายขอบเขตทางเลือกให้มีเส้นทางที่แปลกๆ เข้าไปด้วย บางครั้งอาจจะไปตามเส้นทางความคิดสร้างสรรค์ก็ได้

Dewey (1980 : 130) กล่าวถึงแนวความคิดการแก้ปัญหารูปได้ว่า ชีวิตคนเราเผชิญอยู่กับสิ่งที่เป็นปัญหาอยู่ตลอดเวลาทั้งปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงภายในของร่างกายและจิตใจดังนั้นวิธีสอนที่ดีจะต้องรู้จักฝึกคนให้รู้จักแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวของเขาเองจึงจะช่วยให้เขาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ นอกจากนี้มนุษย์เป็นสัตว์ที่ฉลาดเหนือสัตว์ทั้งปวง มนุษย์มีมันสมองรู้จักคิดถึงสามารถแก้ปัญหา ได้ดีกว่า การเรียนการสอนจึงน่าจะหาทางส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดเพื่อนำไปใช้ในการปัญหา ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าการคิดอย่างมีกระบวนการตามแบบวิธีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความคิดที่เป็นลำดับขั้นตอนนับว่าเป็นวิธีที่ได้ผลดีที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

Weir (1981 : 17) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน สรุปได้คือ

ขั้นที่ 1 การตั้งปัญหา (Statement of the Problem) คือเริ่มวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร แยกแยะปัญหาที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่กำหนด

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา (Defining Problem of Distinguishing Essential Features) คือการวิเคราะห์ปัญหา หรือ แยกส่วนที่เป็นปัญหาที่สำคัญให้เด่นชัดขึ้น

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Searching Formulating a Hypothesis) ถ้าพบว่าไม่มีหนทางแก้ไขให้หาวิธีการใหม่ โดยการไต่ตรองหนทางที่เป็นไปได้และกำหนดตัวเลือกจากหนทางส่วนใหญ่ของปัญหา ถ้ามีตัวเลือกมากก็จะสามารถหาหนทางแก้ไขได้ดีขึ้นได้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution) ปรึกษากับผู้อื่น ควรมีการอภิปรายปัญหากับคนอื่นๆ ซึ่งจะทำให้เกิดแนวคิดต่างๆ

Strom และ Torrance (1985 : 7) ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สรุปได้ตามขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact - Finding) คือการสังเกตและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - Finding) คือความเข้าใจปัญหาโดยแสดงออกในรูปแบบที่ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding) คือการรวบรวมความคิดเกี่ยวกับแผนการแก้ปัญหาหรือทางออกเป็นข้อๆ

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding) คือการค้นหาทางออกที่ดี ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่วางไว้และมีศักยภาพพอที่จะแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance - Finding) คือการนำผลที่ได้จากการค้นพบไปใช้

Bruner (1986 : 123 - 127) ได้สรุปขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ ดังนี้คือ

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem Isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (Search for Cues) เป็นขั้นที่ใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation Check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภท การแยกโครงสร้างและเนื้อหา

4. ขั้นตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องเหมาะสมกับปัญหา

Bloom (1987 : 2) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็น

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

Piaget (1988 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการว่าเด็กที่มีอายุ 7 - 8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขต

จำกัด ต่อมาถึงระดับพัฒนาขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operations เด็กมีอายุประมาณ 11 – 12 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลที่ขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้

Pizzini (1989 : 523 - 532) ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบแก้ปัญหา เรียกว่า “SSCS” นำมาสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปใจความ ของขั้นตอนการสอนทั้ง 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสืบเสาะค้นหา (S : Search) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียน ใช้คำถามเพื่อระบุปัญหาที่ต้องการตลอดจนชักถามให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจในปัญหานั้น ครูสามารถเพิ่มเติมในเรื่องที่จะช่วยในการแก้ปัญหาขั้นต่อไป ดังนั้นขั้นนี้นักเรียนจะเป็นผู้ที่ตั้งปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นแก้ปัญหา (S : Solve) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหรือค้นหาวิธีการแก้ปัญหา มีการวางแผนการแก้ปัญหา นำไปสู่การปฏิบัติการทดลองและรวบรวมข้อมูลเพื่อแปลความหมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ (C : Create) นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับข้อมูลที่ค้นพบ เพื่อสามารถที่จะสรุปเป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (S : Share) เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ ที่ได้มาซึ่งการแลกเปลี่ยนนั้น นักเรียนอาจไปศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งอาจเป็นการสร้างประเด็นใหม่ต่อไปได้อีก

คูสิด แก้วหล้า (2540 : 10-11) กล่าวถึงการแก้ปัญหาคด้วยวิธีระบบ (System Approach) สรุปได้ว่า วิธีระบบประกอบด้วยกระบวนการที่นำไปสู่การหาคำตอบ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่มีระเบียบแบบแผนเป็นระบบ เป็นวิธีการที่สามารถจัดความลำเอียงเนื่องมาจากอคติ เพราะใช้กระบวนการที่มีความเป็นปรนัยสามารถนำไปสู่การหาคำตอบและทางแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล และเป็นวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น

1. รูปแบบมีระบบของ Klaus ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

- 1.1 การกำหนดปัญหา (Problem)
- 1.2 การคาดหวังผลที่เกิดขึ้น (Outcome)
- 1.3 การวัดความสำเร็จ (Measure of Success)
- 1.4 การแสวงหาคำตอบที่เป็นไปได้ (Potential Solutions)
- 1.5 การทดลองปฏิบัติและการแก้ไข (Try – Out and Revision)
- 1.6 การปฏิบัติและการปรับปรุงให้ดีขึ้น (Implementation and Improvement)

2. รูปแบบวิธีระบบของ Lerman ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ

- 2.1 การกำหนดความต้องการ (Need)
- 2.2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Objectives)
- 2.3 การพิจารณาข้อจำกัดต่างๆ (Constraints)
- 2.4 การพิจารณาทางเลือก (Alternatives)
- 2.5 การเลือกแนวทางการปฏิบัติ (Selection)
- 2.6 การลงมือปฏิบัติ (Implementation)
- 2.7 การประเมินผล (Evaluation)
- 2.8 การปรับปรุง (Modification)

3. รูปแบบวิธีระบบของ Bpp

- 3.1 การกำหนดความต้องการและการนิยามปัญหา (Need & Problem)
- 3.2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Objectives)
- 3.3 การสำรวจทรัพยากรและพิจารณาข้อจำกัด (Sources and Constraints)
- 3.4 การหาทางเลือก (Alternatives)
- 3.5 การกำหนดเกณฑ์เพื่อพิจารณาทางเลือก (Criterion for Evaluating Alternatives)
- 3.6 การประเมินทางเลือก (Evaluation of Alternatives)
- 3.7 การตัดสินใจเกี่ยวกับทางเลือก (Decision)
- 3.8 การทดลองปฏิบัติและการประเมินผล (Try Out and Evaluation)
- 3.9 การใช้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง (Feedback)

บันลือ พุกษะวัน (2543 : 174 - 175) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) นั้นมีอยู่ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหาให้ถูกต้อง
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทดลองและเก็บข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสรุปผลและการนำไปใช้

ในขั้นตอนที่ 3 ถ้าหากไม่สามารถทำการทดลองได้ก็ให้ข้ามไปในขั้นตอนที่ 4 เลย

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2543 : 121) กล่าวว่า กลุ่มนักจิตวิทยา Gestalt ถือว่าการเรียนรู้มีใช้สิ่งที่เกิดขึ้นเองโดยบังเอิญแต่ต้องประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจอินทรีย์พยายามรวบรวมความรู้ (Perception) เข้าเป็นแบบแผนที่มีความหมายก่อนเพื่อจะให้เป็นการหยั่งเห็น (Insight) และการหยั่งเห็นที่เกิดขึ้นนี้จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (Problem Solving)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543 : 6) ระบุว่า แนวคิดการเรียนรู้จัดการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบซึ่งผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนจะสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยวิธีคิดอย่างสมเหตุผลโดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ และทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้นมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา

จากแนวคิดในการแก้ปัญหาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ หรือคิดอย่างเป็นกระบวนการ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาคือพัฒนาได้ตามวัย และตามที่ได้เสนอขั้นตอนของแนวคิดในการแก้ปัญหามีความคล้ายคลึงกัน เพียงจะแตกต่างกันที่จำนวนของขั้นตอน โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ ขั้นตอนแรก หลังจากรู้ว่าปัญหาที่จะเริ่มคิดวิเคราะห์ข้อปัญหา เพื่อเกิดความเข้าใจว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นคืออะไร ขั้นตอนต่อไปพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เกิดปัญหา แล้วเลือกวิธีแก้ปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาเสร็จแล้วก็จะตรวจสอบผลลัพธ์ว่ามีความถูกต้องหรือไม่

โจทย์ปัญหา

ความหมายของโจทย์ปัญหา

โจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์หนึ่งซึ่งผู้แก้ปัญหาคือต้องหาทางออกของปัญหาซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Dewey (1980) นักการศึกษาที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความงงงวยและท้าทายความคิด โดยที่ผู้ที่เผชิญกับปัญหาจะต้องวิเคราะห์หาข้อเท็จจริง ค้นหาวิธีแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องเป็นจริงจากโจทย์ปัญหาโดยอาศัยความสมเหตุสมผลจากข้อมูลที่มีอยู่ และต้องตัดสินใจขั้นสุดท้ายเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ยั่งยืน

วรลักษณ์ อินตะวงศ์ (2539 : 15) กล่าวไว้สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคือสถานการณ์ที่ประกอบด้วยจำนวน ตัวเลข และข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหา ผู้เรียนต้องตัดสินใจเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานี้ควบคู่กัน ซึ่งต้องใช้ความสามารถในการคิดคำนวณ

ความรู้ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ประกอบการพิจารณาโดยมีวิธีคิดเป็นกระบวนการตามลำดับขั้น มีการวางแผนตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2541 : 2) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปกติ (Routine Problems) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือเรียนและหนังสือทั่ว ๆ ไป ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้
2. ปัญหาที่ไม่ปกติ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิด และปริศนาต่าง ๆ ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

กรณีการ เฟ่งพิศ (2545 : 8) ได้สรุปความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คือ สถานการณ์ที่ประกอบไปด้วยข้อความและตัวเลขที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้แก้ปัญหามustตัดสินใจเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานั้น โดยอาศัยความรู้ในการอ่านโจทย์และความสามารถในการคิดคำนวณมาประกอบกัน จึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง

สุนีย์ เงินยวง (2546 : 9) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือคำให้อธิบายเหตุการณ์หาคำตอบนั้น ต้องใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

อนงค์นาฏ วงศ์สารสิน (2547 : 10) ได้สรุปความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ Henderson & Pingry ว่าเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ซึ่งผู้แก้ปัญหามustทำได้เมื่อมีกระบวนการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ประสบการณ์การวางแผน และการตัดสินใจประกอบว่า จะใช้วิธีการใดแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ต้องอาศัยทักษะและความสามารถหลายด้านประกอบกัน เช่น ทักษะการอ่านและวิเคราะห์ปัญหา การคำนวณ การมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เป็นต้น

จากความหมายของโจทย์ปัญหา พอสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ประกอบด้วยจำนวนตัวเลข และข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหา ในการแก้ปัญหามustต้องอาศัยประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาคบคู่กัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้เน้นการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ดังนั้น โจทย์ปัญหาในงานวิจัยนี้จึงหมายถึง สถานการณ์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่ประกอบด้วยจำนวน ตัวเลข และข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหา เพื่อฝึกวิธีคิดที่เป็นกระบวนการตามลำดับขั้นในเรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประเภทของโจทย์ปัญหา

Polya (1980) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนด และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ได้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนด และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Bitter, Harfield และ Edwards (1990 : 37) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น

3 ประเภทตามลักษณะของปัญหา คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open -Ended) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อมและวิธีการแก้ปัญห ซึ่งปัญหานี้จะให้ความสำคัญที่กระบวนการแก้ปัญหามากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่มีคำตอบสุดท้าย มีเป้าหมายในการตอบแต่ผู้แก้ปัญหามีวิธีแก้ได้หลายหลายวิธี

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่มีรายละเอียดของปัญหา มีคำบ่งชี้ และคำชี้แจงในการแก้ปัญห ซึ่งผู้แก้ปัญหสามารถดำเนินการตามคำชี้แนะได้ทันที

สมเดช บุญประจักษ์ (2543 : 2) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทโดยใช้ตัวผู้แก้ปัญหและความซับซ้อนของผู้แก้ปัญหเป็นเกณฑ์

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญห เมื่อพบปัญหาสามารถแก้ได้ทันที

2. ปัญหาแปลกใหม่ (No Routine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน และผู้แก้ปัญหไม่คุ้นเคยกับปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน จึงจะแก้ปัญหานั้นได้

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2545ก : 72) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาเชิงเดียว (One-Step-Problem) เป็นโจทย์ปัญหาลำดับขั้นตอนเดียว สามารถแก้ด้วยหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียวและไม่ยุ่งยากมากนัก
2. โจทย์ปัญหาเชิงซ้อน (Multi-Step-Problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอนต้องแก้ด้วยกลวิธีต่างๆ อย่างน้อย 2 วิธี ในการหาคำตอบ ซึ่งจะต้องใช้รูปภาพ แผนผัง แผนภูมิ ประกอบ ซึ่งจะมีความยุ่งยากในการแก้ปัญหามากกว่าประเภทที่ 1 ซึ่งจะเน้นการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

สรุปได้ว่า ประเภทของโจทย์ปัญหาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทแรก เป็นโจทย์ปัญหาที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ผู้เรียนมีความคุ้นเคย เข้าใจวิธีการ และสามารถแก้ได้ทันที ประเภทที่สอง เป็นโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ผู้เรียนไม่คุ้นเคย ต้องใช้ความสามารถหลายอย่างและหลายขั้นตอนในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหา

Henney (1981 : 223-224) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาพบว่าองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
2. ความเข้าใจในแนวคิดของปัญหา
3. การตีความของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. การคิดคำนวณ

Wood (1983 : 1 - 2) ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาพบว่าองค์ประกอบที่สำคัญมีดังนี้

1. กลวิธี (Strategies) กลวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย
 - 1.1 การคิดเชิงสร้างสรรค์
 - 1.2 การคิดเชิงวิเคราะห์
 - 1.3 ความรู้เดิม
 - 1.4 ประสบการณ์เดิมสำหรับการตัดสินใจ
 - 1.5 การจำแนกลักษณะปัญหา

2. การให้คำนิยามของปัญหา (Problem Definition) การฝึกการให้นิยามของปัญหาเป็นการช่วยตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

3. การสำรวจ (Explore) หมายถึง กระบวนการที่ผู้แก้ปัญหาพยายามรวบรวมเพื่อหาข้อความสำคัญมาใช้ในการค้นหาแง่มุมของปัญหาและองค์ประกอบของปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ

4. ความเครียด (Stress) ความกังวลและแรงจูงใจ (Anxiety and Motivation)

5. การตัดสินใจ (Decision - Making)

6. การใช้เหตุผล (Reasoning)

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542 : 14) กล่าวถึงการประสบความสำเร็จในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ว่า นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน

จิต นวนแก้ว (2543 : 63) ได้สรุปการแก้ปัญหาของ Schiever ไว้ว่า อาจมีความจำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดมากมาย เช่น การคิดตัดสินใจ คิดวิจารณ์ญาณ คิดสร้างสรรค์ ประกอบเพื่อช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้

ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการซึ่งสมเดช บุญประจักษ์ (2543 : 25) ได้กล่าวว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการแก้โจทย์ปัญหามี 3 ประการได้แก่

1. ตัวผู้แก้ปัญหา (Subject Variables) โดยคุณลักษณะที่สำคัญของตัวผู้แก้ปัญหา ได้แก่ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์และให้เหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน ทักษะการคิดคำนวณ การเลือกกลวิธีการแก้ปัญหา

2. ลักษณะของโจทย์ปัญหา (Task Variables) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่ภาษาที่ใช้ ขนาดของตัวเลขและตัวหนังสือ ความยาวของโจทย์ และรูปแบบหรือโครงสร้างความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา

3. กลวิธีการสอน (Process Variables) ที่ช่วยให้การสอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ผลดีเป็นที่ยอมรับคือ การฝึกการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยมุ่งเน้นกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมากกว่าปรับปรุงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งของสภาพในการแก้ปัญหา เรียกชื่อเทคนิคดังกล่าวว่า เทคนิคการสอนที่ประยุกต์การฝึกการรู้คิด (Cognitive Training)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหามีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ทำให้นักคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่างกัน ความสามารถในการวิเคราะห์ความรู้ในเนื้อหา คิดสร้างสรรค์ ทักษะในการคิดคำนวณสถานการณ์

ที่เป็นปัญหา ถ้าปัญหาและกลวิธีสอนมีความน่าสนใจจะทำให้ให้นักเรียนเกิดแรงงูใจในการแก้ปัญหาและฝึกฝนในการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

Newman (1977, อ้างใน กรรณิการ์ ปวนกาศ, 2543 : 8) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. อ่านโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องอ่านคำไขปัญหา (Keyword) หรืออ่านสัญลักษณ์ที่มีอยู่ในปัญหาให้ถูกต้องเสียก่อน จึงจะดำเนินการขั้นต่อไปได้
2. ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจสิ่งที่อ่านพบอย่างกว้าง ๆ
3. เปลี่ยนรูปข้อความในโจทย์ปัญหาเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์และเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการหาคำตอบ
4. นำทักษะการคำนวณที่สอดคล้องกับวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ โดยนักเรียนจะต้องใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นก่อนหลังได้ถูกต้อง

5. เขียนคำตอบที่ได้จากการคำนวณให้สอดคล้องกับรูปแบบที่ต้องการ

Dewey (1980 : 130) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไรหรือค้นหาข้อมูลที่แท้จริงของปัญหานั้น
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นขั้นการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุที่สำคัญหรือมีสิ่งใดบ้างไม่ได้เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหา (Production) เป็นขั้นที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา ในที่สุดก็จะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verification) เป็นขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์จากการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ถูกต้องก็ต้องเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนได้ผลลัพธ์ใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไป เมื่อพบกับเหตุการณ์หรือปัญหาที่คล้ายคลึง

Polya (1980 : xvi) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ สรุปได้ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา (Understanding the Problem) มีความเข้าใจในปัญหาอย่างกระจ่างแจ้งว่ามีปัญหาอะไร มีข้อมูลได้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น สามารถระบุได้ว่าเป็นปัญหาที่ให้

ค้นหาหรือพิสูจน์พร้อมทั้งยกส่วนสำคัญของปัญหาออกได้โดยเฉพาะส่วนที่เป็นปัญหาที่ต้องการ และส่วนที่เป็นปัญหาที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 วางแผน (Devising a Plan) ต้องอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวางแผน อาจใช้ การทดลอง ลองผิดลองถูก ค้นหารูปแบบที่คล้ายกับที่เคยทำมาโดยผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณา ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่แล้วกำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การลงมือกระทำตามแผน (Carrying Out the Plan) โดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มาแล้ว รวมถึงการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบ ถ้าไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้ ต้องหาสาเหตุและใช้ข้อมูล ที่เกิดจากความผิดพลาดครั้งก่อนในการแก้ปัญหาครั้งใหม่

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ (Looking Back) ในการพิจารณาว่าการแก้ปัญหา ครั้งนี้ได้คำตอบที่ครบถ้วน เป็นคำตอบที่สามารถเป็นไปได้หรือไม่อย่างไร ทำให้เกิดการปรับปรุง และการพัฒนากระบวนการได้ดียิ่งขึ้น

Dolciane (1981 : 8) กล่าวถึงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในโจทย์ ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ในขั้นนี้เป็นฝึกให้ผู้เรียนสร้างตัวแปรจาก สิ่งที่ไม่ทราบค่า

ขั้นที่ 3 หาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการ โดยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์แยกประเด็นของโจทย์ ออกเป็นแต่ละตอน ๆ สามารถสร้างภาพที่เป็นรูปธรรมให้ชัดเจนโดยการวาดภาพ แสดงเป็น ประโยคสัญลักษณ์ หรือสมการ

ขั้นที่ 4 แก้สมการ ในขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการคิดคำนวณจากสมการหลังจากที่ นักเรียนได้เขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือสมการ

ขั้นที่ 5 คำตอบและวิธีการ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง

Krulik (1987 : 45 - 46) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน

1. การอ่านโจทย์ เป็นการอ่านและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยภาษาของ ตนเอง เป็นการค้นหาว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้และทำการเขียนข้อมูลที่ สำคัญที่โจทย์ให้เพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การสำรวจรายละเอียดของปัญหา เป็นการจัดระบบข้อมูลเพื่อให้ทราบว่าข้อมูลที่มีอยู่ เพียงพอหรือไม่ การพิจารณาข้อมูลที่มีว่าข้อมูลใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต้องใช้ การวาดรูปหรือ การเขียนแผนภูมิหรือตารางเพื่อช่วยในการพิจารณา

3. การเลือกกลวิธี เป็นการพิจารณาโจทย์ปัญหาในข้อนั้นว่า คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่ การคาดคะเนว่าวิธีการใดจะนำมาใช้แก้ปัญหานั้นได้ และการแบ่งปัญหาวางออกเป็น ส่วนย่อย ๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหานั้นที่เป็นปัญหาลับซับซ้อน

4. การลงมือแก้ปัญหามุ่งทางคณิตศาสตร์เป็นการดำเนินการตามกลวิธีที่เลือกใช้และใช้ทักษะ การคิดคำนวณในการช่วยหาคำตอบ

5. การพิจารณาคำตอบและขยายผล เป็นการทบทวนคำตอบและการอภิปรายการแก้ปัญหานั้นที่ได้กระทำมาว่าถูกต้องเรียบร้อยดีหรือไม่

Sdow (1993: 362) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดตัวปัญหาให้ชัดเจน (Identify a Problem) ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Gather Information) เพื่อเป็นการหา ข้อสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างสาเหตุก็คือสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหากับผลคือตัวปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบข้อมูล (Try-Out a Solution) เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลทีละเรื่อง จนสามารถหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างเหตุและผลได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 4 การประเมินผล (Evaluate the Result) เป็นการค้นพบสาเหตุของปัญหา ได้ทำการ แก้ไข แล้วรวบรวมเป็นความรู้ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้นมาใช้ต่อไปได้

Krulik และ Rudnick (1996) ได้กล่าวถึง กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นอ่านและคิด (Read and Think)

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นวิเคราะห์ปัญหาจากการอ่านโจทย์ปัญหาโดยอาศัยการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ความจริงของข้อมูลได้รับการตรวจสอบและประเมินค่า เกิดการแปลงปัญหาให้อยู่ใน รูปแบบของผู้อ่านเองมีการตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ มีการอธิบายองค์ประกอบของ ปัญหาและตรวจสอบสถานการณ์ของปัญหา เกิดความเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่าง ๆ ของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Explore)

ปัญหาจะถูกวิเคราะห์โดยระบุว่าข้อมูลจากปัญหานั้นเพียงพอที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหานั้นหรือไม่ หรือว่ามีข้อมูลมากเกินไป โดยข้อมูลที่ไมตรงจะถูกกำจัด ข้อมูลถูกจัดกระทำในรูปตาราง การวาดภาพ แบบจำลอง และรูปแบบอื่น ๆ จากนั้นก็มีการสำรวจรูปแบบสำหรับการที่จะหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหานั้น (Select a Strategy)

เป็นกระบวนการตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดจึงจะดีที่สุดในการแก้ปัญหานั้น โดยคำนึงถึง ความเหมาะสมของปัญหานั้นๆ ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นหัวใจของการแก้ปัญหานั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นหาคำตอบ (Find an Answer)

ในขั้นนี้จะเป็นการใช้ทักษะวิธีการที่เหมาะสมในทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยอาจมีการใช้เครื่องมือ เช่น เครื่องคิดเลข หรือเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนกลับและขยายผล (Reflect and Extend)

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบว่าถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการหรือไม่ โดยในขั้นนี้จะต้องพิจารณาถึงการคำนวณที่ถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ การคิดหาคำตอบอย่างสร้างสรรค์ และมีการอภิปรายถึงแนวทางอื่นๆ ที่อาจนำมาใช้ในการหาคำตอบ การขยายผลของคำตอบและการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่สนใจเพิ่มเติม

Beyer (1997 : 46) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Identify a Problem) คือ การตีความหมายของปัญหาโดยใช้คำสำคัญเป็นแนวทาง
 2. วิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้เกิดความชัดเจน (Represent the Problem) โดยระบุเป้าหมายที่ต้องการ อุปสรรคพร้อมสาเหตุ
 3. คิดหายุทธวิธีแก้ปัญหา (Invent a Solution Strategy) ด้วยการคิดหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
 4. แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เลือก (Carry Out the Plan)
 5. สรุป (Concluding) เป็นการเสนอผลการแก้ปัญหาและแสดงหลักฐานประกอบ
 6. การประเมินผล (Evaluating) เป็นการประเมินคำตอบและวิธีการที่นำมาใช้
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543 : 6-8) ได้เสนอแนะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้
2. วางแผนแก้ปัญหา
3. ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

ทิสนา แคมมณี (2544 : 149) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
3. แสวงหาทางแก้ปัญหาหลายๆ ทาง
4. เลือกทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
5. ลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้
6. รวบรวมข้อมูล

7. ประเมินผล

นริศรา ญาณะ (2545 : 12) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นรับรู้และเข้าใจโจทย์ ประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้

1.1 การทำความเข้าใจความหมายของคำ สามารถแปลงภาษาโจทย์เป็นสัญลักษณ์ เช่น คำว่า ทั้งหมด ทั้งสิ้น เหลือ ให้ไป ตายไป เท่า เฉลี่ย แบ่งเท่าๆ กัน โหลละ

กิโลกรัมละ หุน ราคา ขาย กำไร ขาดทุน ร้อยละ เปอร์เซนต์ ฯลฯ

1.2 การตีความในโจทย์ปัญหาว่า โจทย์ต้องการทราบอะไร

1.3 การหาส่วนที่สำคัญของปัญหา เช่น สิ่งที่โจทย์ถาม ข้อมูลที่ได้ และเงื่อนไขต่าง ๆ

1.4 การมองปัญหาหลายแง่มุมเพื่อดูความเป็นไปได้ของปัญหา

2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้

2.1 ประสพการณ์เดิมในการแก้โจทย์ปัญหา

- โจทย์ข้อนี้ต้องทำกี่ขั้นตอน
- ต้องทำขั้นตอนใดก่อน ขั้นตอนใดหลัง
- โจทย์ข้อนี้หาคำตอบได้กี่วิธี
- วิธีที่ง่ายและคิดคำตอบได้เร็วที่สุดก็คือวิธีใด
- ข้อความและจำนวนใดที่จะนำมาหาคำตอบ จะเอาอะไรเป็นตัวตั้ง ตัวบวก

ตัวคูณ หรือ ตัวหาร

2.2 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

3. ขั้นคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ ประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้

3.1 ทักษะการบวก ลบ คูณ และหาร ตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

3.2 การคาดคะเนคำตอบที่ใกล้เคียง

3.3 การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบรวมทั้งการพิจารณาความสมเหตุ

สมผลของคำตอบ

3.4 การตรวจสอบว่าคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ให้มาหรือไม่

3.5 การปรับปรุงคำตอบให้เป็นคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

ภาณุเดช หงษ์วาศ (2548 : 115 - 117) ได้สรุปขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ต้องมีการทำความเข้าใจปัญหาที่แท้จริง คืออะไร ข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา เป็นการตั้งสมมุติฐานของปัญหาที่ได้มาจากการวิเคราะห์ทางเลือก

ขั้นที่ 3 วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนการแก้ปัญหาโดยการกำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการตามแผนอย่างรัดกุม

ขั้นที่ 5 ขั้นวิเคราะห์และประเมินผล เป็นขั้นที่นำผลการแก้ปัญหามาประเมินว่าได้ผลมากน้อยเพียงใด

ยูดา รัชไทย และ ธนิกันต์ มามะศิรินันท์ (2548 : 10 - 11) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจสถานการณ์ เป็นขั้นที่ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลประมวลข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน เป็นการระบุเป้าหมายหรือสภาพการณ์ที่เราอยากให้เกิดขึ้นหลังจากขจัดปัญหานั้นแล้ว

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์หาสาเหตุสำคัญ โดยการใช้เทคนิคต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 หาวิธีแก้ที่เป็นไปได้ เป็นขั้นที่เราต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หาวิธีแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด

ขั้นที่ 5 เลือกวิธีแก้ที่ดีที่สุด เปรียบเทียบตัวเลือกต่าง ๆ จากขั้นก่อนตามเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 6 วางแผนการปฏิบัติ เป็นการกำหนดว่าใครต้องทำอะไร เวลาในการทำงานและค่าใช้จ่าย ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 7 ติดตามและประเมินผล เป็นการติดตามความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานและประเมินผลงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่ากระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว จะมีความคล้ายคลึงกัน เพียงแต่จะมีการแจกแจงเป็นขั้นตอนแตกต่างกันไป พอสรุปได้ว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหามีขั้นตอนหลักดังนี้

1. วิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยทำการอ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วพิจารณาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วพิจารณาถึงความสัมพันธ์เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์หรือสมการเพื่อใช้หาคำตอบ

2. ขั้นการแก้ปัญหา เป็นการใช้ทักษะทางด้านการคำนวณเพื่อหาคำตอบจากการนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาแทนในสมการ ให้ถูกต้องตามตัวแปร และหลักการคำนวณ

3. ขั้นการตรวจคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ โดยการหาคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับสมการ เพื่อตรวจค่าของตัวแปร ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยปรับให้สอดคล้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ที่ใช้ในการวิจัยไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจ-สำรวจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่จะต้องอ่านโจทย์แล้วหาว่าโจทย์ต้องการถามสิ่งใด หรือต้องการทราบอะไร เพื่อจะทราบจุดมุ่งหมาย (คำตอบ) ที่โจทย์ต้องการและพิจารณาว่าโจทย์ปัญหา กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง แล้วเขียนข้อมูลเหล่านั้นอยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือตัวแปร

2. สถานการณ์โจทย์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้โดยมีการจำลองสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ออกมาในรูปของ Free Body Diagram เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตามสถานการณ์โจทย์

3. หาความสัมพันธ์ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องเลือกว่าโจทย์ปัญหาดังกล่าวจะเหมาะสมกับหลักการ กฎ หรือสูตรใด เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่คำตอบ ในขั้นตอนนี้หากมีตัวแปรใดที่โจทย์ไม่ได้กำหนดให้ แต่ต้องใช้ในการช่วยหาคำตอบ ก็ต้องระบุ กฎ หรือสูตรในการหา

4. หาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ ซึ่งต้องใช้ความสามารถในการคิดคำนวณ

5. ตรวจคำตอบ เป็นการตรวจคำตอบที่จากขั้นหาคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ โดยนำไปแทนในสมการความสัมพันธ์หรือสูตร ที่ใช้หาคำตอบ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Torrance (1987 : 85) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการนำประสบการณ์ จินตนาการมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact - Finding) เป็นความสามารถในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - Finding) ความสามารถในการระบุปัญหา

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding) ความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding) ความสามารถตัดสินใจวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance - Finding) ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

Parnes (1992 : 189 - 194) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สรุปได้ว่าเป็นการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 6 ขั้นตอน คือ

1. ความสามารถในการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์
2. การค้นหาความจริง (Fact Finding) ความสามารถในการหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้
3. การค้นหาปัญหา (Problem Finding) ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์
4. การค้นหาความคิด (Idea Finding) เป็นความสามารถในการหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหาเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา โดยการรวบรวมความคิดหรือตั้งเป็นสมมติฐาน
5. การค้นหาคำตอบ (Solution Finding) เป็นความสามารถในการปฏิบัติตามทางเลือกของการแก้ปัญหาจากสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ
6. การยอมรับสิ่งที่ค้นพบ (Acceptance Finding) เป็นความสามารถในการตรวจสอบและประเมินกระบวนการคิดและคำตอบที่ได้ ตลอดจนสามารถนำผลผลิตที่ได้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

Hudgin (1997 : 1) ได้ให้คำจำกัดความของความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งสามารถสรุปได้ว่า

1. การแก้ปัญหา คือ กิจกรรมที่ดีที่สุดที่ใช้สำหรับจัดสถานการณ์เฉพาะต่อการแก้ปัญหานั้น ๆ ภายใต้อาณาเขตที่เหมาะสม
2. การแก้ปัญหา เป็นการค้นหาวิธีการสำหรับสิ่งที่ไม่รู้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ชัดเจนด้วยวิธีการต่าง ๆ
3. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการจัดการกับข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการที่ดีที่สุดจากข้อมูลเหล่านั้น

มานิช ถาอ้าย (2541 : 20) ได้สรุปความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหามาของประหยัด จันทร์ชมภู และประสพสันต์ อักษรมัต ไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการเชิงสติปัญญาและการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผล

คณะกรรมการการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2545 : 141) กล่าวถึงความสามารถการแก้ปัญหามาของ Johnson และ Rising ว่าเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ซึ่งต้องประกอบด้วย

1. การมองเห็นภาพ (Visualizing)
2. การจินตนาการ (Imagining)
3. การจัดทำอย่างมีทักษะ (Manipulating)
4. การวิเคราะห์ (Analyzing)
5. การสรุป (Abstracting)
6. การโยงความคิด (Association ideas)

การแก้ปัญหาต้องใช้กระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานมโนคติ (Concept) และทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ ต้องอาศัยทักษะในการอ่าน ความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็น ดังนั้นความรู้ความสามารถพื้นฐานที่นักเรียนควรจะได้รับฝึกฝนเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ ควรมีดังนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มีมโนคติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ
2. มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความและการขยายความ
3. มีความสามารถในการแปลงข้อความเป็นสัญลักษณ์ หรือแผนภาพ
4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องในระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ หาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า
5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์หารูปแบบ และการหาข้อสรุป

นริสรา ญาณะ (2545 : 32) ได้สรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าควรประกอบด้วย

1. ความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ
2. ความรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนและตัวเลข
3. ความสามารถในการวิเคราะห์และวางแผนในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการแปลงภาษาโจทย์ไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการทักษะการคิดคำนวณ

เจนศึก โพธิศาสตร์ (2546 : 8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ ไว้ 3 ด้าน สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา คือ ความสามารถในการจำแนกโจทย์ปัญหาได้ว่า โจทย์ต้องการอะไร โจทย์ให้ข้อมูลอะไร

2. ความสามารถในการหาวิธีในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการบ่งบอกว่าโจทย์นี้ จะใช้การดำเนินได้ในการแก้ปัญหา

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยได้คำตอบที่ถูกต้อง

อภิภา จตุกุล (2547 : 12) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถทางสมองในด้านการคิดแก้ปัญหาโดยการรู้จักนำความรู้ กฎเกณฑ์ หลักการที่เกี่ยวกับปัญหามาวิเคราะห์ให้เข้ากับลักษณะของปัญหา การตัดสินใจเลือกใช้วิธีแก้ปัญหานั้นที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหา

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นว่าความสามารถที่เป็นการแสดงความคิดเห็นในโจทย์ปัญหา แล้วแสดงให้เห็นถึงการคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยต้องเข้าใจโจทย์ปัญหาและความสัมพันธ์ของสิ่งที่มีอยู่ และสามารถหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา การตรวจสอบคำตอบจนได้คำตอบที่ถูกต้องอย่างรวดเร็ว มีแบบแผน วิธีการและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นิยามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้

1. ทำความเข้าใจ-สำรวจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่จะต้องอ่านโจทย์แล้วหาว่าโจทย์ต้องการถามสิ่งใด หรือต้องการทราบอะไร เพื่อจะทราบจุดมุ่งหมาย (คำตอบ) ที่โจทย์ต้องการและพิจารณาว่าโจทย์ปัญหา กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง แล้วเขียนข้อมูลเหล่านั้นอยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือตัวแปร

2. สถานการณ์โจทย์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้โดยมีการจำลองสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ออกมาในรูปของ Free Body Diagram เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตามสถานการณ์โจทย์

3. หาความสัมพันธ์ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องเลือกว่าโจทย์ปัญหาดังกล่าวจะเหมาะสมกับหลักการ กฎ หรือสูตรใด เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่คำตอบ ในขั้นตอนนี้หากมีตัวแปรใดที่โจทย์ไม่ได้กำหนดให้ แต่ต้องใช้ในการช่วยหาคำตอบ ก็ต้องระบุ กฎ หรือสูตรในการหา

4. หาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ ซึ่งต้องใช้ความสามารถในการคิดคำนวณ

5. ตรวจสอบคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่จากขั้นตอนหาคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ โดยนำไปแทนในสมการความสัมพันธ์หรือสูตร ที่ใช้หาคำตอบ

แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Laskey และ Campbell (1991) กล่าวโดยสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการตัดสินใจสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. ประเมินผลเป็นทางการ (Formal Evaluation) ได้แก่การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วเปรียบเทียบผลการทดสอบทางสถิติ เพื่อศึกษาถึงพัฒนาการของนักเรียนและความมีประสิทธิภาพของหลักสูตรที่นำมาสอน ในการทดสอบความสามารถในการตัดสินใจอาจทำได้โดยการใช้ข้อสอบแบบปลายเปิด หรือข้อสอบอัตนัย (Performance Test) โดยตรวจให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญหลายคน

2. ประเมินผลไม่เป็นทางการ (Informal Evaluation) ได้แก่การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน นอกจากนั้นครูอาจใช้แบบสอบถามให้นักเรียนประเมินความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนและหลักสูตร ซึ่งจะช่วยให้ทราบความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนต่อไป

คูสิด แก้วหล้า (2540) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิค เอ็ม ดี คิว สรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิค เอ็ม อี คิว ประกอบไปด้วยคำถามหลายๆ คำถามตามลำดับของกระบวนการจนถึงคำถามสุดท้ายที่มุ่งตอบปัญหา คำถามแต่ละคำถามนั้นถูกแยกออกเป็นคำถามละ 1 แผ่น ใน 1 แผ่นนั้นจะประกอบไปด้วยสถานการณ์ คำถาม ส่วนที่เว้นว่างให้ตอบ ช่องว่างสำหรับบันทึกเวลาในการตอบคำถามและเวลาที่กำหนดไว้สำหรับการตอบแต่ละปัญหา

2. การตั้งปัญหาตามลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วแยกคำถามออกเป็นคำถามย่อย ๆ ตามลำดับขั้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ

- 2.1 ถามเกี่ยวกับการตั้งปัญหา
- 2.2 ถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน
- 2.3 ถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล
- 2.4 ถามเกี่ยวกับการสรุปผล

ได้คำถามทั้งหมด 4 คำถามใน 1 ปัญหา ยกเว้นบางปัญหาที่มีความซับซ้อนมากก็จะมีคำถามเพิ่มมากขึ้น

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 :46 - 48) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ว่าปกติแล้วการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นในบริบทของการสืบเสาะหาความรู้ หรือในบริบทของวิทยาศาสตร์ที่มีการปฏิบัติจริง (Practical Science) ดังนั้น

การทำนายเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้มาจากการสังเกต การลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาของนักเรียน การใช้แบบทดสอบสามารถประหยัดทรัพยากรต่าง ๆ ทั้งในตัวบุคคลและอุปกรณ์ต่าง ๆ มากกว่าการประเมินด้วยการสังเกต เราอาจใช้วิธีการประเมินแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากการสังเกตพฤติกรรมการลงมือปฏิบัติของนักเรียน การใช้แบบทดสอบในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเพียงการประเมินส่วนหนึ่งหลักสูตร

ทิสนา แคมมณี (2544 : 171) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดว่าการคิด (Thinking) เป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจเป็นการคิดอย่างมีจุดหมายหมาย เป็นการคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจหรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง ไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกตสัมผัสวัดได้โดยตรงต้องใช้แบบสอบถามมาตรฐานมาช่วยในการวัด ดังนั้นการวัดความสามารถในการคิดผู้สร้างเครื่องมือต้องรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิดเมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบการแก้ปัญหของโพลยา โดยแบบวัดแต่ละข้อมีลักษณะเป็นขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา แล้วสามารถระบุว่โจทย์กำหนดอะไร และโจทย์ต้องการทราบอะไร

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา สามารถระบุว่าการแก้ปัญหใช้วิธีใดและจะเลือกวิธีการใดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน นักเรียนสามารถแก้ปัญหตามี่วางแผนไว้ใน ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ สามารถระบุหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่ได้มาถูกต้องหรือไม่ ตลอดจน มีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหได้อีกหรือไม่

เจนศึก โพธิศาสตร์ (2546) ได้สรุปลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ Krulik และ Rudnick จะมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นอ่านและคิด วัดการปฏิบัติ 2 ด้าน ได้แก่

1. สามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ เป็นสัญลักษณ์จากข้อมูลที่กำหนดให้
2. สามารถระบุตัวแปรใดที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ วัดการปฏิบัติ 3 ด้าน ได้แก่

1. สามารถระบุว่ ควรใช้ กฎ หลักการ หรือ ทฤษฎีใด ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. สามารถระบุได้ว่า ข้อมูลที่โจทย์กำหนดมานั้นเพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอสามารถหาตัวแปรที่ต้องการเพิ่มด้วยวิธีใด เพื่อจะทำให้ได้ค่าของตัวแปรนั้นอย่างถูกต้อง

3. สามารถวาดรูป ตาราง หรือกราฟ เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจโจทย์
ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหาวัดการปฏิบัติ 3 ด้าน ได้แก่

1. สามารถสร้าง Free Body Diagram ได้ถูกต้อง
2. สามารถแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่กำหนดและได้มาจากขั้นที่สอง และ Free Body Diagram ให้อยู่ในรูปของสมการได้

3. สามารถตรวจสอบความถูกต้องของสมการ

ขั้นที่ 4 ขั้นหาคำตอบ วัดการปฏิบัติ 1 ด้าน ได้แก่

1. สามารถแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนกลับและขยายผล วัดการปฏิบัติ 2 ด้าน ได้แก่

1. สามารถตรวจคำตอบโดยการแทนค่าคำตอบที่ได้ในสมการ
2. สามารถอภิปรายวิธีการอื่นในการหาคำตอบภายในกลุ่มได้

สมชาย มาตะพาน (2547) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของ สมบัติ โพธิ์ทอง โดยใช้เมตาคอกนิชัน โดยมีกระบวนการ 3 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา วัดการปฏิบัติ 4 ด้าน ได้แก่

1.1 ด้านการวิเคราะห์เป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.1 สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.1.2 สามารถบอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.3 สามารถบอกค่าและข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา

1.1.4 สามารถบอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 ด้านการเลือกกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหา มีหลักการวิเคราะห์ 3 ส่วน ได้แก่

1.2.1 สามารถบันทึกกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้

1.2.2 สามารถเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2.3 สามารถกำกับการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 ด้านการเรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่เลือกไว้

1.4 ด้านการประเมินคำตอบที่คาดว่าจะได้รับ

ขั้นที่ 2 ขั้นการกำกับความคิดในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 ด้านการวิเคราะห์เป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา วัดการปฏิบัติ 2 ด้าน ได้แก่

2.1.1 สามารถกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

2.1.2 สามารถกำกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามขั้นตอนของ
กลวิธีที่ได้เลือกไว้ มีการปฏิบัติ 3 ด้าน ได้แก่

2.1.2.1 สามารถจำข้อความสำคัญในขณะแก้โจทย์ปัญหาที่พบ

2.1.2.2 สามารถกำกับความคิดในขณะแก้โจทย์ปัญหาที่พบ

2.1.2.3 สามารถกำกับกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการประเมินความถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหา วัดการปฏิบัติ 4 ด้าน ได้แก่

3.1 ด้านการประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

3.2 ด้านการตรวจคำตอบที่ได้

3.3 ด้านการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

3.4 ด้านการบอกปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้โจทย์ปัญหา

จากการพิจารณาการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จากนักการศึกษา
และงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าส่วนใหญ่เป็นแบบวัดอัตนัย โดยลักษณะของ
แบบวัดจะเป็นไปตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยประยุกต์มาจากนักการศึกษาและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
ซึ่งเป็นแบบวัดแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ-สำรวจโจทย์ปัญหา วัดการปฏิบัติ 2 ด้าน ได้แก่

1. สามารถระบุได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไรแล้วเขียนให้อยู่ในรูปของตัวแปรได้

2. สามารถระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้แล้วเขียนให้อยู่ในรูปของตัวแปรได้

ขั้นที่ 2 สถานการณ์โจทย์ วัดการปฏิบัติ 1 ด้าน ได้แก่

1. สามารถวาดรูป ภาพ ตาราง กราฟ แล้วสร้าง Free Body Diagram เพื่อช่วยใน
การทำความเข้าใจโจทย์ได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 หาความสัมพันธ์ วัดการปฏิบัติ 2 ด้าน ได้แก่

1. สามารถแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่กำหนดให้ในขั้นที่ 1 และจาก
รูป Free Body Diagram ให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์หรือสมการได้ถูกต้อง

2. สามารถระบุได้ว่า ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้นั้นเพียงพอต่อการคำตอบหรือไม่
ถ้าไม่เพียงพอสามารถหาตัวแปรที่ต้องการเพิ่มด้วยวิธีใด สมการใด เพื่อที่จะทำให้ได้
คำตอบของตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ

ขั้นที่ 4 หาคำตอบ วัดการปฏิบัติ 2 ด้าน ได้แก่

1. นำตัวเลขที่โจทย์กำหนดให้ และที่หาเพิ่มได้ แทนในสมการได้ถูกต้อง
2. แสดงวิธีทำ การหาคำตอบเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ตรวจคำตอบ วัดการปฏิบัติ 2 ด้าน

1. สามารถนำคำตอบที่หาได้ ไปแทนที่สมการได้ตรงกับตัวแปร และสมการที่ใช้หาคำตอบ
2. แสดงการคำนวณเพื่อตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 7) ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2542 : 2) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนและการรับรู้ของนักเรียน มุ่งให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองตามความพร้อม ความถนัดและความสนใจ

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 245) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การเรียน โดยการสร้างโปรแกรมบทเรียนหรือจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านการศึกษาก็ได้เพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบด้วยลักษณะของสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่เบื่อหน่าย

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 10) ได้ให้ความหมายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอน โดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเป็นสื่อช่วยโยงเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน

สมรัก ปิยะวาที (2543 : 261) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI มาจากคำย่อในภาษาอังกฤษ คือ Computer - Assisted Instruction เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำหน้าที่เป็นสื่อการเรียนบทเรียนสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ประกอบด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง

ภาพเคลื่อนไหว เสียง (Multimedia) ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย การสร้างบทเรียนแบบนี้ต้องอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียนให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกเรียนสิ่งเร้าอันดับต่อไป

วิชา อุตมฉันท (2544 : 79-80) กล่าวว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเรียกกันโดยทั่วไปว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) ซึ่งนอกจากจะใช้คำย่อว่า CAI แล้ว ยังมีคำย่อที่ใช้เรียกอีกหลายคำดังที่ ที่ได้กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปมักพบคำภาษาอังกฤษที่ใช้เรียกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันหลายคำ คำที่พบบ่อยได้แก่

Computer – Assisted Instruction	-	(CAI)
Computer – Aided Instruction	-	(CAI)
Computer – assisted Learning	-	(CAL)
Computer – Aided Learning	-	(CAL)
Computer – Based Instruction	-	(CBI)

ส่วนความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนที่เป็น เนื้อหา แบบฝึกหัด และการทดสอบ จะถูกพัฒนาในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Course ware นักเรียนจะเรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ สามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นในรูป ตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากนักเรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feed back) ให้แก่นักเรียน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2547) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) ว่าเป็นกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวต่าง ๆ มีลักษณะเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือ สามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ได้ องค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนอสิ่งเร้าให้กับผู้เรียน ได้แก่ เนื้อหา ภาพนิ่ง คำถาม ภาพเคลื่อนไหว ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ได้แก่ การตัดสินใจคำตอบ ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง ได้แก่ การให้รางวัล หรือคะแนนให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าในลำดับต่อไป

สรภัทร ยืนนวล (2547) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์ มาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Courseware) เพื่อช่วย ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและสะดวกขึ้นกว่าการเรียนแบบปกติ ประกอบไปด้วยเนื้อหา แบบฝึกหัดแบบทดสอบ โดยมีลักษณะของการนำเสนอด้วยตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สี เสียง และเสียง เพื่อเป็นสิ่งดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น เกิดความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

รวมทั้งมีการแสดงผลการเรียนรู้ให้ทราบทันที ด้วยข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้ยังมีการจัดลำดับวิธีการนำเสนอหรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละคน ทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนในการผลิตอย่างเป็นระบบ เพื่อนำเสนอบทเรียนในรูปแบบที่แตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการนำเสนอเนื้อหาวิชาในรูปแบบต่าง ๆ โดยคอมพิวเตอร์จะนำเสนอเนื้อหาที่เป็นได้ทั้งรูปภาพ ตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน ในระหว่างการเรียนการสอนผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างรวดเร็วหรือแสดงผลการเรียนรู้ในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเป็นการเสริมแรงทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ซึ่งเป็นการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองตามความพร้อม ความถนัดและความสนใจ

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุรณะ สมชัย (2538 : 28-32) ได้กล่าวถึงประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำแนกได้ 7 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Dill and Practice) เป็นบทเรียนที่สามารถเลือกบทเรียนที่เรียนได้ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้และสามารถทบทวนบทเรียนได้ และเมื่อยังไม่สามารถเข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ
2. แบบเจรจา (Dialogue) เป็นลักษณะการพูดคุยได้ โต้ตอบได้ใช้ในการเรียนภาษาหรือกับนักเรียนระดับอนุบาลหรือประถมศึกษาตอนต้น เป็นต้น
3. จำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้กับการเรียนที่เรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น
4. เกม (Games) เป็นการเรียนรู้จากเกมที่จัดทำด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมต่อภาพ เกมต่อคำศัพท์ เกมทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) เป็นการเรียนรู้ที่ใช้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลมาแล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา เช่น วิชาสถิติ วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น
6. การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ (Investigation) เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้นแล้วให้ผู้เรียนค้นหาข้อเท็จจริง เช่น ผสมพยานุชนะหรือคำศัพท์โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายคำตรงกันข้าม คำใกล้เคียง เป็นต้น

7. การทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบความรู้และความสามารถของผู้เรียนโดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อทดสอบให้และทำการประมวลผลให้ทราบในทันที เช่น การทดสอบพื้นฐานความรู้ การทดสอบ IQ เป็นต้น

รัชชัช งามสันติวงศ์ (2540 : 17-20) และกรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ (2541 : 11) ได้กล่าวถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกได้ 5 ประเภทสรุปได้ดังนี้

1. แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแรกนี้ เป็นรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผู้พัฒนากันมากที่สุดประมาณกันว่า 80% ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วโลกจะเป็นประเภทนี้เนื่องจากมีพื้นฐานการพัฒนาขึ้นจากความเชื่อที่ว่าคอมพิวเตอร์น่าจะเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียนกล่าวโดยสรุปก็คือ น่าจะใช้แทนครูได้ในหลาย ๆ วิชาหลาย ๆ หมวดวิชา แนวคิดตรงนี้มีพื้นฐานในมุมมองกว้างว่า การเรียนการสอนนั้นไม่ได้อยู่แต่ในโรงเรียนประถม มัธยม หรืออุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังขยายกว้างไปถึงการฝึกอบรมในระดับและสาขาอาชีพต่าง ๆ ซึ่งอาจผสมผสานการสอน การเรียนรู้และฝึกฝนด้วยตนเองในหลาย ๆ รูปแบบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบนี้เพื่อสอนเสริม สอนกึ่งทบทวน หรือเพื่อให้นักเรียนศึกษาแสวงหาความรู้ล่วงหน้าก่อนการเรียนในชั้นเรียนปกติ นักเรียนอาจเรียนด้วยความสนใจหรืออาจเป็น Assignment จากครูในหรือนอกเวลาเรียนปกติตามแต่กรณี

2. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drills and Practices) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบนี้ เหมาะกับการใช้เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบหนึ่ง ที่ไม่มีการนำเสนอเนื้อหาความรู้แก่นักเรียนแต่จะมีการถามคำถามที่ได้คัดเลือกมาโดยการนำเสนอคำถามนั้น ๆ ให้นักเรียนตอบจนกว่าจะสามารถตอบคำถามได้เป็นที่น่าพอใจ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัดนี้จะสามารถใช้ได้ดีในทางด้านภาษาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นด้านความรู้เป็นส่วนมาก จึงไม่เน้นส่วนประกอบหลัก ๆ ของการเรียนรู้ที่จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบหลาย ด้าน เช่น การนำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นระบบตามลำดับขั้น การเสริมแรง การตรวจปรับเนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนอื่น ๆ แต่จะเน้นเฉพาะจุดที่แบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทบทวนความรู้มากกว่าเนื้อหา ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จึงมักจะใช้ควบคู่กับกิจกรรมอย่างอื่น เช่น ใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนปกติในห้องเรียน การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมในการเรียนเสริมเป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบแรกที่เป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ในตัวเอง สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

3. แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้จะออกแบบเพื่อสอนเนื้อหาใหม่หรือใช้เพื่อทบทวนหรือสอนเสริมในสิ่งที่ศึกษาหรือทดลองไปแล้วโดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ การจำลองสถานการณ์จริง ลำดับขั้นเหตุการณ์ต่าง ๆ ของเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยาก ไม่สามารถมองเห็นได้ต้องอาศัยการจินตนาการช่วย และไม่ได้จำกัดเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ในด้านธุรกิจสังคม ก็สามารถประยุกต์ได้ เช่น การสร้างสถานการณ์ซื้อขายเพื่อเรียนรู้หรือทบทวนการบวก ลบ คูณ หาร การสร้างสถานการณ์ในรูปแบบของบทบาทสมมติ (Role Play) เพื่อสอนหรือทบทวนเรื่องธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

4. แบบเกมการสอน (Instructional Game) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้พัฒนาจากแนวคิดและทฤษฎีทางด้านการเสริมแรงหรือ Reinforcement เป็นพื้นฐานการค้นพบว่า ความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนาน จะให้ผลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำได้ดี วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้เพื่อฝึกทักษะและทบทวนเนื้อหา แนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้ว คล้ายกับแบบ Drill and Practice แต่เปลี่ยนรูปแบบการเสนอให้สนุกตื่นเต้นขึ้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนจึงเหมาะสำหรับนักเรียนในระดับต่ำ ๆ มากกว่าระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนระดับต่ำ เช่น ระดับอนุบาล จำเป็นต้องมีการกระตุ้นด้วยสีสัน แสง เสียงที่ก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น จึงเหมาะสำหรับเนื้อหาทั่วไป เช่น เกมคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เกมทายตัวเลข เป็นต้น

5. แบบการทดสอบ (Testing) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เป็นรูปแบบที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น ๆ จุดประสงค์หลักก็เพื่อทดสอบความรู้ความสามารถของนักเรียน การสอบดังกล่าวอาจเป็นการทดสอบก่อนการเรียนหรือทดสอบหลังการเรียนหรือทั้งก่อนและหลังการเรียนแล้วแต่การออกแบบ หากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นข้อสอบต่าง ๆ อาจถูกเก็บในรูปแบบของคลังข้อสอบเพื่อสะดวกต่อการสุ่มเพื่อนำมาใช้ได้ ลักษณะของข้อสอบดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปแบบที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถประเมินถูก - ผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบหรือ แบบถูก - ผิด การตั้งคำถามอาจผสมผสานวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองเข้ามาร่วมด้วยก็ได้

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาจรส์แสง (2541 : 11) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ (Tutorial) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่นักเรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบ

ความเข้าใจของนักเรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม นักเรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่ อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใดเพราะการเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นักเรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการตนเอง

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (Drill and Practice) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้นักเรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้ โดยครูที่สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาแล้วซ้ำอีก

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทจำลองแบบ (Simulation) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบจำลองแบบ (Simulation) โดยจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงและบังคับให้นักเรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-Solving) ในตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของนักเรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทจำลองแบบ คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม (Instructional Games) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความสนุกสนาน เพลิดเพลินจนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาเพื่อเป็นการปูทางให้เกิดความรู้ที่ดียิ่งขึ้น

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Test) คือ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างแบบทดสอบ การจัดสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การที่นักเรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2542 : 4) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายประเภทพอจะจำแนกออกตามลักษณะและวิธีการเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็น 7 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. แบบการสอน (Tutorial Instruction) เป็นรูปแบบที่มีผู้พัฒนาขึ้นมากที่สุด อาจใช้ในการสอนเสริม ทบทวนหรือให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ล่วงหน้า โดยเสนอเนื้อหาเป็นส่วนย่อยในรูปแบบ ข้อความ ภาพ เสียง หรือรูปแบบต่าง ๆ รวมกัน แล้วให้นักเรียนตอบคำถามเป็นช่วง ๆ ไปจนจบบทเรียน เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้วจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเป็นการเสริมกำลังใจ ถ้าตอบผิดต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมแล้วมีการถามซ้ำ

2. แบบการฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด (Drills and Practice) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้เหมาะกับการใช้ทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ไม่มีการเสนอเนื้อหา แต่จะมีคำถามให้นักเรียนเรียนตอบ จนกว่าจะสามารถตอบคำถามได้เป็นที่น่าพอใจ การฝึกหัดโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น อาจเป็นอีกทางออกหนึ่งของความพยายามแก้ไขข้อด้อยของการทำแบบฝึกหัดโดยทั่วไปที่ค่อนข้างน่าเบื่อ

3. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้โดยการจำลองสถานการณ์เป็นจุดเด่นที่สำคัญอย่างหนึ่งของสื่อชนิดนี้ เพราะการนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้นักเรียนได้ศึกษานั้นจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้สถานการณ์จำลองเหมาะกับเนื้อหาที่ซับซ้อนไม่สามารถศึกษาในเหตุการณ์จริงได้ เช่น การศึกษาเรื่องอวัยวะภายในของมนุษย์ โครงสร้างอะตอม การเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น

4. แบบเกมเพื่อการสอน (Instruction Game) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมเพื่อการสอน นอกจากจะให้ความสนุกสนานแล้ว ยังมีคุณค่าในการนำมาจัดกิจกรรมให้แนวคิดและฝึกทักษะบางอย่างได้ด้วย รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมเพื่อการสอนจะคล้ายแบบสถานการณ์จำลอง แต่ต่างกันโดยเพิ่มบทบาทการแข่งขันเข้าไปด้วย นักเรียนจึงต้องตื่นตัวอยู่เสมอ

5. แบบการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นรูปแบบที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิดและตัดสินใจประกอบการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักเรียนเขียนปัญหาเองและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผู้เขียนปัญหาไว้แล้ว โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะคิดคำนวณข้อมูล ในขณะที่นักเรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้น หลังจากนั้นก็สั่งให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงผลให้ปรากฏออกมาอย่างถูกต้องและแม่นยำและรวดเร็ว

6. แบบการสร้างบทสนทนา (Dialogue) การเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสร้างบทสนทนาจะช่วยให้นักเรียนได้ตอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคล้ายกับการสนทนาจริง

คำพูดหรือบทสนทนาจะปรากฏบนจอภาพ นักเรียนสามารถป้อนคำถามสนทนาในรูปแบบการทักทาย ได้ตอบ ได้แย้ง ถามหรือการตอบคำถามเพื่อการสนทนากับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้ได้

7. แบบการทดสอบ (Tests) การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทดสอบก่อนการเรียนระหว่างการเรียนและหลังการเรียนจะเป็นการสอนที่มีประโยชน์มาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบันทึกข้อมูลของผู้รับการทดสอบ แสดงคำถาม รับคำตอบ ให้คะแนน และแสดงผลตามที่ครูต้องการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้วิเคราะห์ผลการเรียนเพื่อหาจุดอ่อนของนักเรียน อันจะเป็นข้อมูลในการปรับปรุงวิธีสอนของครูหรือกำหนดให้มีการสอนเสริมต่อไป นอกจากนี้ยังใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพแบบทดสอบและช่วยให้นักเรียนรู้สึกอิสระ ได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจกว่าการทดสอบโดยใช้ข้อเขียน

องอาจ ชาญเชาว์ (2543 : 103-104) ได้กล่าวถึงประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งสอดคล้องกันว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ

1. บทเรียน (Tutorial) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนำเสนอเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อย มีแบบฝึกหัด แบบทบทวน ซึ่งอยู่ในรูปของข้อความ รูปภาพ เสียงหรือแม้แต่วิดีโอเคลื่อนไหวในลักษณะคล้ายวีดิทัศน์ หรือภาพยนตร์ประกอบ ผู้เรียนจะย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหาในแต่ละส่วนอีกได้มีการเสริมแรง มีการแสดงผลว่าผู้เรียนทำแบบฝึกหัดได้มากน้อยเพียงใด

2. ฝึกทักษะและการปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบเนื้อหาเพื่อฝึกและทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบจะเป็นการผสมผสานทบทวนเนื้อหาหลัก และฝึกฝนในลักษณะการทำแบบฝึกหัด

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทใช้ทบทวนสอนเสริม หรือสอนเนื้อหาใหม่ ซึ่งไม่สามารถทดลองในสถานการณ์จริงได้ เนื่องจากเป็นเรื่องอันตราย ยุ่งยาก ซับซ้อน และออกแบบในลักษณะการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริง เพื่อให้ผู้เรียนตัดสินใจแก้ปัญหาและแสดงผลการตัดสินใจให้รู้ทันที

4. เกมการสอน (Instruction games) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมใช้ฝึกทบทวนเนื้อหาและทักษะที่เรียนไปแล้ว ออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สนุกสนานเพลิดเพลิน กระตุ้นความสนใจ ทำความอยากรู้อยากเห็น ทำให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ มีความคงทนในการจำ

5. ทดสอบ (Testing) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ร่างแบบทดสอบ โดยทดสอบความรู้ของผู้เรียน มีการแจ้งให้ผู้เรียนรู้ว่าถูกหรือผิด มีการให้คะแนนคำนวณผลของการสอบออกเป็นร้อยละ หรือระดับของคะแนน

บุปผาชาติ ทัพทิกธน์และคณะ (2544 : 25-31) กล่าวว่าโดยทั่วไปการผลิต CAI เพื่อการเรียนการสอนจะผลิตใน 3 รูปแบบหลักคือ

1. CAI สอนเนื้อหา
2. CAI ฝึกทักษะ
3. CAI สร้างสถานการณ์จำลอง

วิภา อุตมพันธ์(2544 : 87) กล่าวถึงประเภทของ CAI ว่าการออกแบบ CAI จะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1. CAI ประเภทสอนเนื้อหา(Tutorial)
2. CAI ประเภทฝึกทบทวน (Drill)
3. CAI ประเภทจำลองเหตุการณ์ (Simulation)
4. CAI ประเภทเกมการสอน (Instructional Game)

และในตำราบางเล่มจะจำแนก CAI เป็น 5 ประเภทโดยเพิ่มประเภทที่ 5 คือ CAI ประเภททดสอบ (Test) ซึ่งโครงสร้างและการใช้งานส่วนใหญ่คล้ายกับ CAI ประเภทฝึกทบทวนหรือ drill แต่มีส่วนของการจัดการสอบ การวัดมาตรฐานความรู้ของผู้เรียนเพิ่มเข้าไปด้วย

อำนาจ เดชชัยศรี (2552) ได้กล่าวถึงประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าสามารถแบ่งตามลักษณะการเสนอเนื้อหาได้ 4 ประเภท คือ

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหา โดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบ โปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน

2. บทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนชนิดนี้มีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

3. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกันกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย

บทเรียนชนิดโปรแกรมการศึกษา (Education Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์วิธีการและกฎเกณฑ์ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยการเล่นเกม จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม ถ้าหากเกมดังกล่าวมีความรู้สอดแทรกก็จะเป็นประโยชน์ดีมาก แต่การออกแบบบทเรียนชนิดเกมการศึกษาค่อนข้างทำได้ยาก

จากประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวไว้ข้างต้น พอสรุปได้ว่า ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งได้เป็น 8 ประเภท คือ

1. แบบการสอน
2. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด
3. แบบเจรจา
4. จำลองสถานการณ์
5. เกม
6. การแก้ปัญหา
7. การค้นพบสิ่งใหม่
8. การทดสอบ

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เพราะมีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยลักษณะโปรแกรมเป็นการจำลองสถานการณ์ทางความรู้ในเนื้อหาวิชาโดยให้ผู้เรียนป้อนข้อมูลในสถานการณ์จำลองนั้นแล้วจะแสดงผลย้อนกลับตามข้อมูลที่ป้อน และผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหาในแต่ละส่วนได้อีกหากไม่เข้าใจ

รูปแบบการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมรัก ปิยะวาที (2543 : 261-262) ได้กล่าวถึงรูปแบบการจัดบทเรียนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเส้นตรง ลักษณะการนำเสนอบทเรียนนั้นจะจัดลำดับเนื้อหาสั้นๆ เรียงลำดับจากง่ายไปที่ยาก มีการนำเสนอเนื้อหาเป็นกรอบซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา คำถาม และคำตอบ ผู้เรียนจะต้องเรียกจากกรอบแรกเรียงลำดับไปจนถึงกรอบสุดท้าย
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดแตกกิ่ง ลักษณะการนำเสนอบทเรียนแบบนี้จะนำเสนอเนื้อหาในกรอบค่อนข้างมาก การสร้างจะประกอบด้วย กรอบขึ้น และกรอบสาขาโดยกรอบขึ้นเป็นกรอบที่ใช้นำเสนอเนื้อหา และกรอบสาขาเป็นกรอบที่เฉลยคำตอบให้กับผู้เรียน อาจมีกรอบซ่อมเสริมได้
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดให้เหตุผลโดยอัตโนมัติ ลักษณะการนำเสนอบทเรียนแบบนี้ภายในกรอบจะประกอบด้วยเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่ ไม่มีการถามระหว่างการนำเสนอเนื้อหา คำถามจะถามเมื่อนำเสนอเนื้อหาจบแล้ว จะมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ ถ้าตอบผิดสามารถ

กลับไปดูเนื้อหา แล้วกลับมาตอบใหม่ โดยต้องตอบจนถูกหรือตอบผิดครบจำนวนครั้งที่กำหนดแล้วเฉลย จึงสามารถไปยังกรอบต่อไปได้

บุปผชาติ ทัพทิกธน์ (2544 : 6-7) ได้กล่าวถึง รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามี 2 รูปแบบ สรุปได้ดังนี้

1. บทเรียน โปรแกรมแบบเส้นทางเดียว (Linear Program)

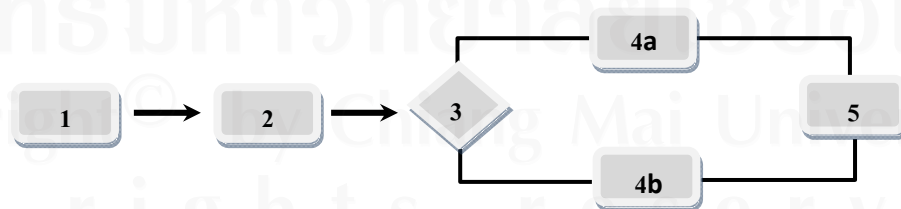
การสร้างบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรียงต่อกันไปในทิศทางเดียวกัน สร้างและใช้ได้ง่าย แต่ไม่เป็นที่นิยมมากนักในปัจจุบัน เพราะไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลเนื่องจากการจัดเรียงเนื้อหาตายตัว มีการแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียด ทำให้นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมดจนกว่าจะจบ อาจเป็นที่เบื่อหน่ายสำหรับนักเรียนที่เรียนได้เร็ว แต่ต้องเรียนผ่านทุกกรอบที่ละกรอบเหมือนกัน ดังภาพ 1



ภาพ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

2. บทเรียน โปรแกรมแบบแตกกิ่งหรือแบบสาขา (Branching Program)

บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ได้รับความนิยมจากนักเรียนมากกว่าแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะท้าทายและน่าสนใจมากกว่า เหมาะแก่การเรียนรู้ของนักเรียน ให้ทางเลือกตามระดับความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของนักเรียน ดังภาพ 2



ภาพ 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งหรือแบบสาขา

2.1 แบบย้อนกรอบ (Linear Format with Repetition) มีลักษณะคล้ายกับแบบเส้นตรงต่างกันตรงที่รูปแบบนี้มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา โดยถ้านักเรียนตอบคำถาม

ถูกต้องก็จะผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป แต่ถ้าไม่ถูกต้องนักเรียนจะต้องย้อนกลับมาศึกษา
ยังกรอบเนื้อหาเดิมใหม่และตอบคำถามอีกครั้ง

2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and Skip Format) ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใน
จุดประสงค์ใด นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนการเรียนเนื้อหานั้น ถ้านักเรียนทดสอบผ่านก็จะให้
ข้ามกรอบเนื้อหานั้นไปยังกรอบเนื้อหาในจุดประสงค์อื่น ซึ่งเป็นลักษณะของการตอบสนอง
ความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gates Frames) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ลักษณะนี้กำหนดให้นักเรียนไปเรียนยังกรอบต่าง ๆ ตามระดับความสามารถ ความรู้ ความเข้าใจ ใน
เนื้อหาที่ให้ในลักษณะเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ทั้งนี้อาจให้
นักเรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบหรืออาจให้นักเรียนกลับมารอบที่เรียนผ่านมาแล้วเพื่อ
ทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่

2.4 แบบหลายเส้นทางเดิน (Secondary Tracks) ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดิน
ในหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียด
มากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ใน
ทางเดินระดับที่ 1 โดยที่กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ใน
ทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เส้นทางเดินของนักเรียนจึงมีได้หลายเส้นทางขึ้นอยู่กับว่านักเรียนสามารถ
เข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใด และกรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3
จะให้เนื้อหารายละเอียดน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้เป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน
เพียงแต่ได้มีการขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจน

2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Branch) จะเริ่มด้วยกรอบเนื้อหา
ตามด้วยกรอบคำถาม ถ้านักเรียนตอบถูกต้องจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวกและเรียนเนื้อหา
ในกรอบต่อไป ถ้าตอบไม่ถูกต้อง นักเรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนไปสู่เนื้อหาในกรอบ
ต่อไป

2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) มีลักษณะคล้ายกับแบบกรอบ
ซ่อมเสริมเดี่ยว แต่รูปแบบนี้จะมีกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย
5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่นักเรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งนักเรียนกลับสู่กรอบเนื้อหาเดิม

2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branches) ประกอบด้วย
กรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูลแล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบ
ขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบ
เลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงส่งนักเรียนมายัง

กรอบคำถามเดิม เพื่อให้ให้นักเรียนตอบคำถามนั้นใหม่และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำถามที่นักเรียนเลือกนี้จะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือ ถ้านักเรียนตอบถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป แต่ถ้านักเรียนตอบผิดก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนที่จะกลับมายังคำถามเดิมใหม่

2.8 แบบแตกกิ่งกุ่ม (Branching Frame Sequence) ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้านักเรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ให้นักเรียนผ่านไปยังกรอบเนื้อหาต่อไป กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่นักเรียนเลือกนี้จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบที่จะศึกษาต่อไป ถ้านักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาต่อไป แต่ถ้านักเรียนตอบผิดก็ต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมายังกรอบเดิม เพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของนักเรียนจึงขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ นักเรียนบางคนอาจต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ ในกรอบเนื้อหาควรมีข้อความที่แสดงให้นักเรียนทราบว่านักเรียนตอบถูกโดยให้คำชมเชย เช่น ดีมาก เยี่ยมมาก ฯลฯ ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ย่อหน้าของเนื้อหาต่อไป ตามด้วยคำถามสถานการณ์ที่เป็นปัญหา พร้อมให้เลือกตอบสนองตัวเลือก 3 ตัว ส่วนกรอบซ่อมเสริมควรมีข้อความเริ่มต้นที่แสดงให้นักเรียนทราบว่าตอบผิดในลักษณะที่ไม่ทำให้นักเรียนเสียกำลังใจ เช่น น่าเสียดายที่ตอบผิดไปนิดหนึ่ง เกือบถูก ฯลฯ เป็นต้น แล้วจึงตามด้วยคำอธิบายว่าเพราะเหตุใดเขาจึงตอบผิดและให้ข้อความเชิงชี้แนะว่าคำตอบที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไรแต่ไม่บอกให้ทราบคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง ประโยคสุดท้ายในกรอบซ่อมเสริมควรเป็นข้อความที่แสดงให้นักเรียนทราบว่าต้องกลับไปยังกรอบเนื้อหากรอบเดิมเพื่อให้อ่านเนื้อหาใหม่อีกครั้ง

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) รูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนหรือใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามจะอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ โดยกิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2546 : 32-44) กล่าวถึงรูปแบบการจัดบทเรียนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Programming) การสร้างบทเรียนแบบนี้เป็นการสร้างที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่องเป็นเทคนิคและเป็นวิธีการสร้างที่ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรียงต่อกันไปในทิศทางเดียว ผู้เรียนจะต้องเรียง

ตามลำดับที่ละกรอบต่อเนื่องกันไปตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายโดยไม่ข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งเลย

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (Branching Programming) รูปแบบคล้ายกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว โดยจะมีกรอบหลักที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียน ซึ่งเรียกว่า “กรอบยี่น” กรอบยี่นนี้เป็นกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน ถ้าผู้เรียนตอบถูก ผู้เรียนก็จะเรียนตามกรอบยี่นเหล่านี้ไปโดยตลอด และจะมีการเพิ่มกรอบสาขาเพื่อสอนซ่อมเสริมหรือเรียนเพิ่มเติมพื้นฐานในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด ก่อนที่จะเรียนกรอบต่อไป

กิดานันท์ มลิทอง (2546 : 170-171) ได้กล่าวถึงรูปแบบบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าแบ่งเป็น 2 แบบ สรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง (Linear Program)

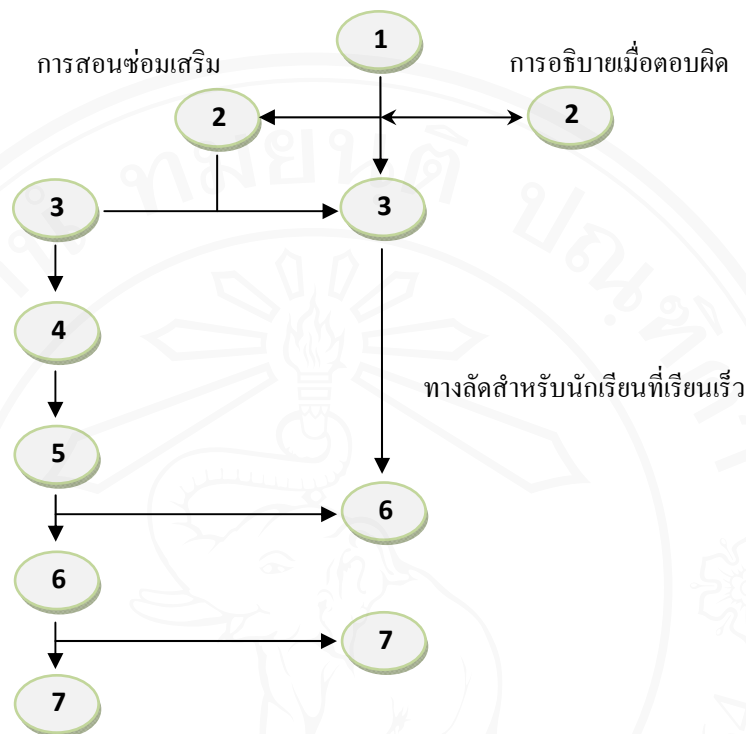
หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรงจะยึดหลักการแบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นเล็ก ๆ ในแต่ละกรอบจะมีเนื้อหาพร้อมคำถามนักเรียนต้องเรียนผ่านไปทีละกรอบแบบเรียงลำดับตามเนื้อหาไปจนกว่าจะจบ ดังภาพ 3



ภาพ 3 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขา (Branching Program)

ลักษณะบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขามีลักษณะเหมือนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง แต่มีข้อที่แตกต่างกันตรงที่ตัวเลือกแต่ละตัวจะนำนักเรียนไปศึกษาในกรอบอื่นโดยไม่จำเป็นต้องเรียนแบบลำดับการเรียนขึ้นอยู่กับความต้องการของนักเรียนเป็นหลัก ดังภาพ 4



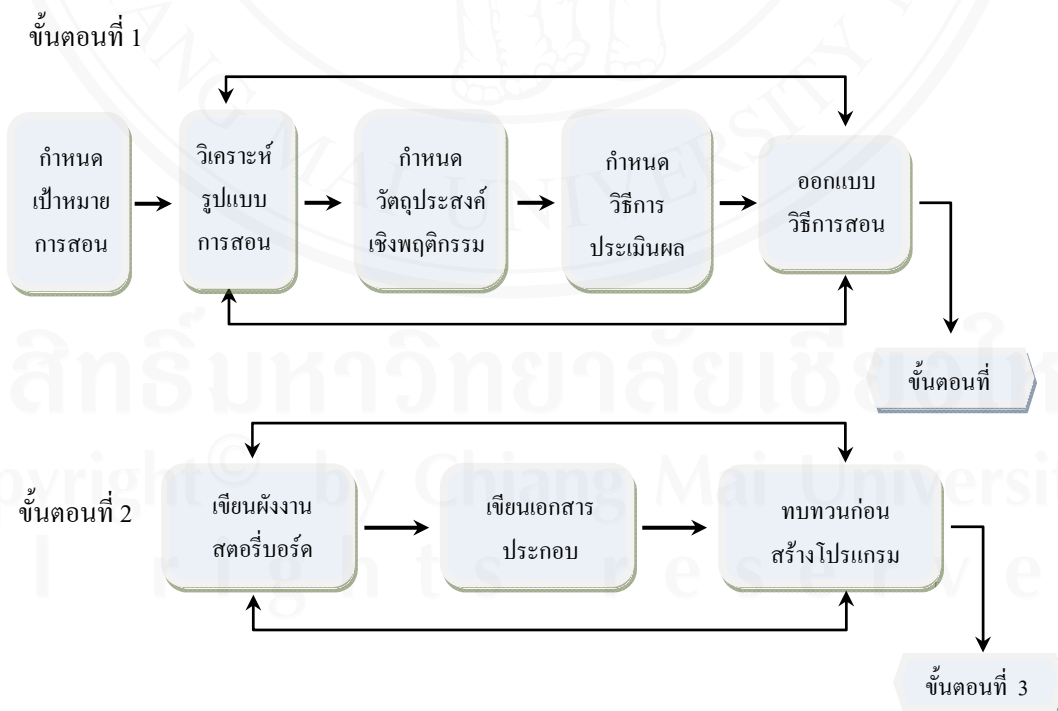
ภาพ 4 บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา

จากรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบใหญ่ คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเป็นเส้นตรง และแบบสาขา ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งสองแบบ มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ละแบบจะมีความแตกต่างกันที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรงจะเป็นบทเรียนที่นักเรียนจะต้องเรียนตามกรอบแบบเรียงลำดับ แต่ละกรอบจะมีเนื้อหาเพียงเรื่องเดียว มีการตอบสนองเพียงครั้งเดียว ส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขา จะมีกรอบสาขาเพิ่มขึ้นมาเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเนื้อหาถัดไป สามารถแยกศึกษาเนื้อหาย่อยเรื่องใดก่อนหลังในเนื้อหาหลังได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบสาขา ซึ่งมีความยืดหยุ่นสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความต้องการและตามความสามารถของแต่ละบุคคล อีกทั้งตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

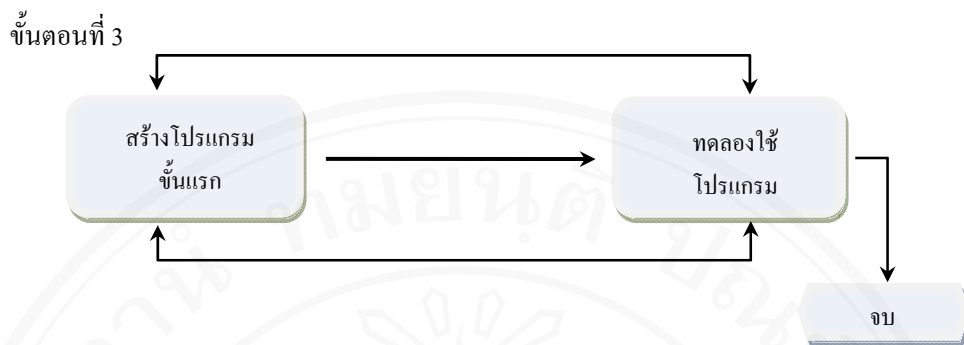
การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สนใจที่จะสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติก่อนที่จะลงมือสร้างจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอ แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อช่วยในการวางแผนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง (2541 : 27-31), นุพผชาติ ทัพพิกรณ์และคณะ (2544 : 44-46) ได้กล่าวถึงแบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ในลักษณะเดียวกันว่า นักเทคโนโลยีทางการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะแบบจำลองการออกแบบการผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ตัวอย่างของแบบจำลองการออกแบบที่น่าสนใจ ได้แก่ แบบจำลองการออกแบบในเชิงระบบ (Systematic Design Method) ของ Roblyer และ Hall ซึ่งได้เสนอแนะระบบการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้สำหรับการอบรมสำหรับวงการทหารและวงการอุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการออกแบบเชิงระบบนี้ต้องอาศัยเวลานุเคราะห์และงบประมาณค่อนข้างมาก รวมทั้งการมีเป้าหมายที่ชัดเจน แบบจำลองดังกล่าวเป็นไป ดังภาพ 5, 6



ภาพ 5 แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer and Hall



ภาพ 6 แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer and Hall (ต่อ)

ข้อดีของแบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer และ Hall นี้ได้แก่ ขั้นตอนในการออกแบบที่มีความชัดเจน ซึ่งเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายการสอนตามด้วยการวิเคราะห์รูปแบบการสอนที่เหมาะสม การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดวิธีการประเมินผล และการออกแบบกลวิธีการสอน ก่อนที่จะไปสู่ขั้นตอนที่ 2 ซึ่งได้แก่ ขั้นตอนของการเขียนผังงาน การสร้างสตอรี่บอร์ด และการเขียนเอกสารประกอบ พร้อมทั้งการทบทวนการออกแบบก่อนการสร้างโปรแกรมในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป ขั้นตอนที่ 3 ประกอบไปด้วยการสร้างโปรแกรมขั้นแรกและทดสอบการใช้บทเรียนในที่สุด ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของแบบจำลองนี้ได้แก่ กระบวนการย้อนกลับเพื่อการทดสอบและปรับปรุงซึ่งมีอยู่ในทุกขั้นตอน นอกจากนี้ความยืดหยุ่นของขั้นตอนนี้ยังเป็นข้อได้เปรียบสำคัญประการหนึ่งกล่าวคือผู้ออกแบบสามารถที่จะสลับขั้นตอนการทำงานได้ และ Roblyer และ Hall ได้เน้นถึงการทำงานเป็นทีมซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญการสร้างโปรแกรมและการใช้เวลาให้มากที่สุดในช่วงของการออกแบบก่อนที่จะมีการสร้างโปรแกรมจริง

สรภัทร ยิ้มนวล (2547) กล่าวถึงการออกแบบบทเรียนนั้นควรจะมีองค์ประกอบอยู่

4 ประการ คือ

1. การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหา (Design of the Stimulus) หลักในการออกแบบ คือ ผู้เรียนสามารถเห็นเนื้อหา ความรู้หรือข้อมูลบนจอภาพ ซึ่งผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจและสามารถจำได้มาก อาจจะมีคำบรรยาย คำถาม แบบฝึกหัด ตัวชี้นำ (cue) และเสียงประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนมีการตอบสนองจากสิ่งเร้าหรือเนื้อหานั้นๆ รูปแบบของบทเรียนอาจจะเป็นแบบเกมการศึกษา การฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด ซึ่งเน้นการเสนอเนื้อหาบนจอภาพ

2. การตอบสนองของผู้เรียน (Learner Responses) การตอบสนองของผู้เรียนจะบ่งบอกถึงคุณภาพของผู้ออกแบบบทเรียน การตอบสนอง ไม่จำเป็นที่จะต้องแสดงออกให้เห็นเสมอไป คำถามที่ถามควรเป็นคำถามที่สามารถกระตุ้นผู้เรียน ให้ตอบสนอง ผู้เรียนสามารถประเมินผลตนเองได้จากความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนอาจใช้วิธีการ ประเมินจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนจากเพื่อน จากครูหรือจากแบบฝึกหัด บทเรียน จะต้องมีการวางแผนเพื่อให้ตอบสนอง ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จัดกระบวนการคิดของผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

3. ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) การให้ข้อมูลย้อนกลับหรือ Feedback หลังจากผู้เรียนมีการตอบสนองจัดได้ว่า เป็นขบวนการของการสื่อสารอย่างหนึ่ง ซึ่งชนิดของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ประการแรกนั้น จะต้องมีความสัมพันธ์กันกับการตอบสนองของผู้เรียน ประการที่สอง องค์ประกอบ ทางด้านเวลา ความถี่และการถ่วงเวลาในการให้ ข้อมูลย้อนกลับจะเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) คือ ผู้เรียนจะมีความต้องการในการ ได้รับข้อมูลย้อนกลับจากการตอบสนอง ในแต่ละครั้ง จัดได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบบทเรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับจะเป็นสิ่งดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าหรือเนื้อหาความรู้ที่เสนอ

4. การควบคุมบทเรียน (Lesson Control) สิ่งที่สำคัญที่สุดในการออกแบบบทเรียนให้ได้คือ อีกองค์ประกอบหนึ่งก็คือ การที่ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง สามารถตัดสินใจเลือกเนื้อหา ที่จะเรียน เลือกวิธีการเรียน เลือกรูปแบบการเรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจที่จะเรียนรู้ ผู้เรียน สามารถเรียนได้ตามความรู้ ความสามารถของตนเอง เป็นการสนองความแตกต่างระหว่าง ผู้เรียน ได้ดี ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ การออกแบบบทเรียนนั้น โดยพื้นฐานแล้วควรมีให้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบเป็นอย่างดี ถ้าจะถามว่ารูปแบบใด วิธีการแบบใดดีที่สุดที่สุคนั้น ไม่สามารถตอบได้ เนื่องจากรูปแบบและวิธีการในแต่ละวิธีนั้นจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ในการนำไปใช้และใช้ให้ถูกวิธีตรงกับเป้าหมายและจุดมุ่งหมายของผู้เรียน ผู้เรียนก็จะได้รับประโยชน์สูงสุดเช่นกัน จึงจะจัดได้ว่ารูปแบบการเรียนและวิธีการเรียนนั้นดีที่สุดที่สุดในสถานการณ์นั้น ๆ

อานวย เดชชัยศรี (2552 : 49-50) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งดัดแปลงมาจากรูปแบบการสอน 9 ขั้นของ Gagne ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เร้าความสนใจ (Gaining Attention)

ก่อนจะเริ่มบทเรียนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจให้ต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูงย่อมจะเรียน ได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อย ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์จึงควรเริ่มหน้านำเรื่อง (Title page) ให้เป็นหน้าที่สร้างรอยประทับใจ

ครั้งแรก (First Impression) ของผู้เรียน เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนโดยผู้ออกแบบควรคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

- ใช้ภาพที่เป็นภาพสีหรือภาพเคลื่อนไหวและแบบตัวอักษรให้สอดคล้องกับเนื้อหา
- แสดงชื่อของบทเรียน ชื่อผู้สร้าง แนะนำตัวนำเรื่องในบทเรียน (ถ้ามี)
- แนะนำเนื้อหาทั่วไปในบทเรียน

การใช้มัลติมีเดียในการสร้างความสนใจเป็นสิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้ แต่หากใช้มากเกินไป อาจก่อให้เกิดผลในทางตรงข้ามแทนได้ นอกจากนี้การใช้ภาพกราฟิกหรือภาพเคลื่อนไหวที่ค่อนข้างนานสลับซับซ้อนและมีเสียงประกอบต่างๆ จะทำให้ผู้เรียนรำคาญได้หลังจากการเข้าใช้ 2-3 ครั้ง ดังนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะจัดหาทางเลือกให้แก่ผู้ใช้ในการข้ามหรือหยุดการใช้กราฟิกหรือภาพเคลื่อนไหวนั้นไว้เสมอ

ขั้นตอนที่ 2 บอกวัตถุประสงค์ (Informing the Learner of the Objective)

การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น เพื่อเป็นการให้ผู้เรียนทราบถึงเป้าหมายในการเรียนโดยรวมหรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนจะสามารถทำได้ หลังจากเรียนจบบทเรียน จากหลักฐานการวิจัยพบว่า การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prerequisite Learning)

ผู้เรียนจะมีการรับรู้ข้อมูลโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ภายใต้กรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่เข้าด้วยกัน ดังนั้น การปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

โดยปกติแล้วผู้เรียนจะมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกันออกไปในการที่จะทราบว่า ผู้เรียนมีพื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ใหม่มาก่อนหรือไม่นั้น จำเป็นต้องมีการประเมินความรู้เดิม (Pretest) หากพบว่าผู้เรียนขาดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นจะต้องจัดให้มีการให้ความรู้พื้นฐานนั้นมีความจำเป็นสำหรับเนื้อหานั้นมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนที่ 4 การเสนอเนื้อหาใหม่ (Presenting the Stimulus Material)

การนำเสนอเนื้อหาโดยใช้ตัวกระตุ้น (Stimuli) ที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาใหม่ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหานั้นมีด้วยกันหลายลักษณะ ตั้งแต่การใช้ข้อความ ภาพนิ่ง ตารางข้อมูล แผนภาพ กราฟิก ไปจนถึงการใช้ภาพเคลื่อนไหว

จากหลักฐานการวิจัย พบว่าการนำเสนอเนื้อหาโดยใช้สื่อหลายรูปแบบหรือเรียกว่า มัลติมีเดีย (Multimedia) นั้นนับเป็นการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพ เพราะนอกจากจะสร้างความสนใจ

ของผู้เรียนได้แล้วยังช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น กล่าวคือ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีความจำคงทน (Retention) ขึ้นอีกด้วย

ขั้นตอนที่ 5 ชี้นำทางการเรียนรู้ (Providing “Learning Guidance”)

ผู้ออกแบบควรสร้างสรรค์เทคนิคเพื่อกระตุ้นผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เช่น ออกแบบกิจกรรมต่างๆ ให้ผู้เรียนได้ทดลองหรือมีการโต้ตอบกับตัวอย่างนั้นๆ จนผู้เรียนสามารถค้นพบแนวคิดด้วยตนเองก่อนที่บทเรียนจะมีการสรุปแนวคิดที่ให้ผู้เรียนอีกครั้ง นอกจากนี้ การชี้นำทางการเรียนรู้อาจอยู่ในรูปแบบของการให้คำแนะนำในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การแนะนำ เกี่ยวกับลำดับของการเรียนรู้ที่ผู้สอนคิดว่าดีที่สุดสำหรับผู้เรียน ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงสร้างของเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 6 กระตุ้นการตอบสนอง (Eliciting the Performance)

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองนี้ มักออกมาในรูปของกิจกรรมต่าง ๆ ที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและปฏิบัติในเชิงโต้ตอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก ในการให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียน ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรที่จะจัดให้มีกิจกรรมที่สร้างสรรค์ต่าง ๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Corrective Feedback)

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่สนับสนุนความคิดที่ว่า การใช้ผลป้อนกลับนั้นกระตุ้นให้เกิดความสนใจการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยที่เกี่ยวกับการให้ผลป้อนกลับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม ดังนั้นการให้ผลป้อนกลับจึงกลายเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 4 ประเภทตามลักษณะการปรากฏดังนี้

1. แบบไม่เคลื่อนไหว (passive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงคำหรือข้อความว่า “ถูกต้อง” “ผิด” ข้อความว่า “ให้ตอบใหม่อีกครั้ง” และคำเฉลยหรือข้อความที่บอกเป็นนัย

2. แบบเคลื่อนไหว (Active Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงภาพหรือกราฟิก เช่น ภาพหน้าอมยิ้ม หน้าเสียใจ ซึ่งมักจะออกแบบให้มีลักษณะเคลื่อนไหวได้ นอกจากนั้นยังครอบคลุมถึงการให้ภาพอธิบายคำตอบของผู้เรียน

3. การโต้ตอบ (Interactive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมเชิงโต้ตอบกับบทเรียนซึ่งกิจกรรมนั้นๆ ไม่ใช่เนื้อหาโดยตรง เช่น การเล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เป็นต้น

4. การทำเครื่องหมาย (Markup Feedback) หมายถึง การทำเครื่องหมายบนคำตอบของผู้เรียนเมื่อคำตอบของผู้เรียนถูกแค่บางส่วน ซึ่งเครื่องหมายมักจะอยู่ในรูปของการขีดเส้นใต้ การใช้สีที่แตกต่าง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นตอนทดสอบความรู้ (Assessing the performance)

การทดสอบความรู้เป็นการประเมินว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การทดสอบรู้นั้นอาจจะเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้ประเมินตนเองแล้ว ผู้สอนก็ยังสามารถนำประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมิน ว่าผู้เรียนนั้นได้รับความรู้ความเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 9 การจำและการนำไปใช้ (Enhancing Retention and Transfer)

ขั้นตอนสุดท้ายของการสอน ได้แก่ การจำและการนำไปใช้ สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้หนึ่งนั่นก็คือ การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน (Meaningful Context) การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียนหมายถึงการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไป มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร สำหรับขั้นตอนการสอนในส่วนของการนำไปใช้นั้น ผู้สอนก็ต้องมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ และหลากหลายไว้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมที่จัดหานี้จะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มาที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการออกแบบของนักการศึกษาแต่ละท่านมีขั้นตอนที่แตกต่างกัน และเห็นว่า แบบจำลองการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer และ Hall มีความเหมาะสมกับการออกแบบในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามแบบของ Roblyer และ Hall เพื่อเป็นแนวในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ และได้ดัดแปลงขั้นตอนเพื่อให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

1. วิเคราะห์รูปแบบการสอน
2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. กำหนดเนื้อหาแนวทางการนำเสนอ
4. กำหนดวิธีการประเมินผล

ขั้นตอนที่ 2

1. เขียนผังการทำงานของโปรแกรม
2. ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
3. ทบทวนก่อนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 3

1. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์
2. ทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนแรก
3. ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
4. ปรับปรุงแก้ไข
5. หาประสิทธิภาพของโปรแกรม

ขั้นตอนในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Romiszowaki (1987 : 271-272) เสนอขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7 ขั้น คือ

1. การกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
2. วิเคราะห์พฤติกรรม เป้าหมายของผู้เรียนที่ต้องการ และกฎเกณฑ์ เพื่อสร้างรูปแบบ

บทเรียน

3. ออกแบบบทเรียน
4. สร้างบทเรียนตามทีออกแบบไว้
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เหมาะสม
6. การทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินผลความเที่ยงตรงทั้งด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์และด้านการสอน

Kemp (1989 : 248) ได้สรุปขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนซึ่งถือเป็นขั้นที่มีความสำคัญใน

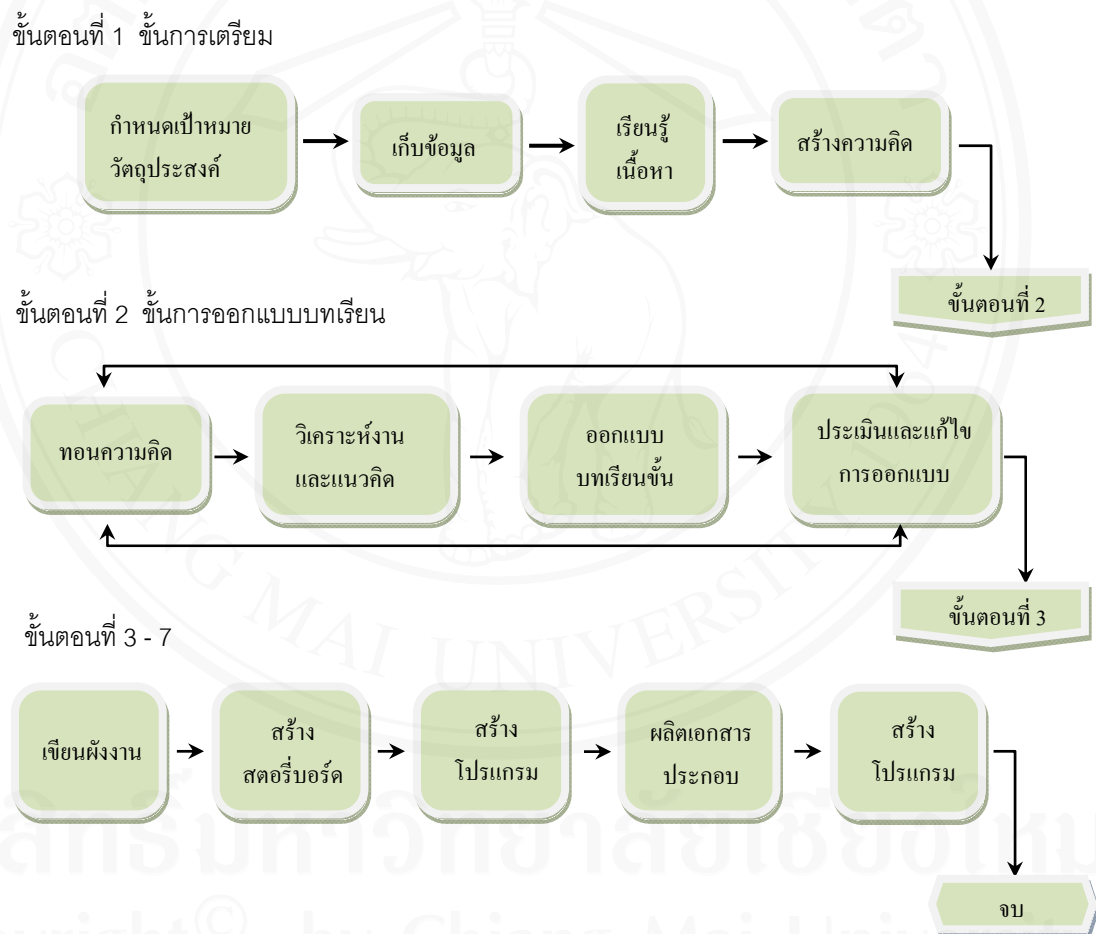
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 8 ขั้นดังนี้

1. จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จะใช้
2. ออกแบบและเขียนผังงาน (Flow Chart) ตามลำดับขั้นของกระบวนการสอน
3. พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวนและเสนอแนะ
4. วางแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียน โดยใช้เทคนิคด้านภาพและเสียง

7. จัดเตรียมวัสดุสิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน

8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541) กล่าวว่า นอกจากแบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer และ Hall แล้ว ยังมีแบบจำลองขั้นตอนการผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าสนใจอีกแบบจำลองหนึ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการออกแบบ 7 ขั้นตอน ซึ่งเสนอโดย Alessi และ Trollip (1991) ดังภาพ 6



ภาพที่ 7 แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Alessi และ Trollip

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการเตรียม

กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ คือ การตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด กล่าวคือ เป็นบทเรียนหลัก เป็นบทเรียนเสริมเป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรือเป็นแบบทดสอบ

รวบรวมข้อมูล หมายถึง การเตรียมความพร้อมทางด้านของทรัพยากร สารสนเทศ ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนเนื้อหา การพัฒนาและออกแบบบทเรียน และสื่อในการนำเสนอบทเรียน เรียนรู้เนื้อหา ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาที่จะต้องหาความรู้ทางด้านการออกแบบบทเรียนหรือหากเป็นผู้ออกแบบบทเรียนก็จะต้องหาความรู้ทางด้านเนื้อหาควบคู่กันไปสร้างความคิด คือ การระดมสมองนั่นเอง การระดมสมอง หมายถึง การกระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน

ทอนความคิด เป็นการนำความคิดทั้งหมดมาประเมินดูว่าข้อคิดใดที่น่าสนใจ การทอนความคิดเริ่มจากการคัดเอาข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้เนื่องจากเหตุผลใดก็ตามหรือข้อคิดที่ซ้ำซ้อนกันออกไปและรวบรวมความคิดที่น่าสนใจที่เหลืออยู่มาพิจารณาอีกครั้ง

วิเคราะห์งานและแนวคิด การวิเคราะห์งานเป็นการพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการส่วนการวิเคราะห์แนวคิด คือ ขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพินิจพิจารณาทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและเนื้อหาที่มีความชัดเจนเท่านั้น

ออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยวิธีการวิเคราะห์การเรียนการสอน จะประกอบไปด้วย การกำหนดประเภทของการเรียนรู้ ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละประเภท การจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบลำดับของบทเรียนที่ดีที่สุด

ประเมินและแก้ไข การออกแบบการประเมินนั้นเป็นสิ่งที่จะต้องทำอยู่เรื่อยเป็นระยะ ๆ ระหว่างการออกแบบไม่ใช่หลังจากการออกแบบโปรแกรมเสร็จแล้วเท่านั้น หลังจากการออกแบบแล้วจึงควรที่จะมีการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและโดยผู้เรียนสักรอบหนึ่งเสียก่อน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน ผังงานคือชุดของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นี้จะถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ซึ่งแสดงกรอบการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่าง ๆ ลงในกระดาษ เพื่อให้นำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง / เขียนโปรแกรม ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม การใช้โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างนั้น ผู้ใช้จะสามารถได้มาซึ่งงานที่ตรงกับความต้องการและลดเวลาในการสร้างได้ในส่วนหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบการเรียนเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เอกสารประกอบการเรียนอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่าง ๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่วไป (เช่น ใบงาน)

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรได้รับการประเมินในส่วนของ การนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้นผู้ที่ควรจะทำ การประเมินคือผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนใน ขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ผู้เรียน หลังจากที่ได้ทำการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ๆ แล้ว โดยผู้เรียนจะต้องมาจากผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่าการสร้างจะมีระบบเป็นไปตามขั้นตอน อาจจะมีขั้นตอนที่แตกต่างกัน แต่ระบบในการสร้างยังมีความคล้ายคลึงกันและผู้นักวิจัยได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ โดยมีการจำลองหลักการ กระบวนการ การทดลอง สถานการณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุ ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น แรง มวล ความเร่ง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ไปประยุกต์ใช้ ที่นักเรียนจะเป็นผู้จัดกระทำตัวแปรนั้น ๆ มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ตามตัวแปรที่เลือกไว้ โดยมีลักษณะของเนื้อหาที่ให้ศึกษาเป็นตัวเลือกตามหัวข้อในเรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ และมีการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาความหมาย ประเภท รูปแบบและหลักการในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์
2. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วย

4. ออกแบบเขียนผังการทำงาน (Flow Chart) โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
5. ออกแบบเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์โดยทำเป็นคลิปบอร์ดและสกริปต์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
6. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ
7. เมื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้ว นำโปรแกรมที่สร้างเสร็จแล้วบันทึกไว้ในแผ่น CD-Rom
8. นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบข้อบกพร่อง และการทำการแก้ไขปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์

การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Hannafin และ Peck (1988 : 300-302) ได้แบ่งการประเมินคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ระดับ คือ

1. การประเมินเพื่อปรับปรุงแก้ไขระหว่างการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Formative Evaluation) เป็นกระบวนการประเมินตั้งแต่เริ่มต้นออกแบบและสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. การประเมินขั้นตอนสุดท้าย เมื่อใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จแล้ว (Summative Evaluation) เป็นกระบวนการประเมินการนำไปใช้งาน หลังจากเสร็จสิ้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 45) กล่าวถึงเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ KW-CAI ดังนี้

$$E - CAI = \frac{\bar{Ea} + \bar{Eb}}{2} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E - CAI = 50(\bar{Ea} + \bar{Eb})$$

โดยที่	$E - CAI$	หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	$\bar{Ea}$	หมายถึง ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัด (ค่าจากสูตร KW-A)
	$\bar{Eb}$	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบ (ค่าจากสูตร KW-B)

สูตร $KW - A$

$$\bar{Ea} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{X}{A} \right] i}{N}$$

โดยที่	$\bar{Ea}$	หมายถึง ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัด
	X	หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด
	A	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	N	หมายถึง จำนวนผู้เรียน

คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด (X) หมายถึง คะแนนจากข้อคำถามที่ผู้เรียนตอบถูกหรือคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมผ่านในแต่ละวัตถุประสงค์ของบทเรียน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด (A) หมายถึง คะแนนเต็มของข้อคำถามในบทเรียนหรือคะแนนที่เป็นค่ามาจากจำนวนกลุ่มแบบฝึกหัดในแต่ละวัตถุประสงค์ของบทเรียน เช่น ในวัตถุประสงค์หนึ่งอาจจะมีแบบฝึกหัดที่เป็นข้อคำถามหรือกิจกรรมต่าง ๆ หลายข้อถ้าผู้เรียนทำแบบฝึกหัดผ่านตามเกณฑ์ เช่น ร้อยละ 80 ถือว่าผ่านวัตถุประสงค์จะได้ค่า A เป็น 1

สูตร $KW - B$

$$\bar{Eb} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{X}{B} \right] i}{N}$$

โดยที่	$\bar{Eb}$	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบ
	X	หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ
	B	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
	N	หมายถึง จำนวนผู้เรียน

คะแนนเต็มของแบบทดสอบ (B) ใช้คะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้จากบทเรียน โดยให้คะแนนข้อคำถามละ 1 คะแนนเมื่อตอบถูกหรืออาจใช้คะแนนจากค่าจำนวนวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนสอบผ่าน เช่น ข้อสอบหลังการเรียนรู้ทั้งฉบับ จำนวน 100 ข้อ แต่แยกเป็นวัตถุประสงค์ได้ 20 ข้อ และในแต่ละวัตถุประสงค์อาจจะมีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ 4 ข้อ หรือ 5 ข้อ ถ้าผู้เรียนสามารถทำข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ผ่านตามเกณฑ์ให้นับเป็น 1 วัตถุประสงค์ละนั้นผู้ที่ทำคะแนนได้เต็มหรือผ่าน 20

วัตถุประสงค์ ไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบได้ทั้งหมด 100 ข้อ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณารับรองมาตรฐาน ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรอยู่ที่ระดับ 80/80 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นบทเรียนได้ การกำหนดเกณฑ์การประเมินค่าของบทเรียน ตามสูตร KW-CAI มีหน่วยเป็นร้อยละ แทนค่าในการแปลความหมายของประสิทธิภาพบทเรียนดังนี้

ร้อยละ 95-100 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพ ดีมาก

ร้อยละ 90-94 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพ ดี

ร้อยละ 80-89 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพ พอใช้

ต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึง บทเรียนนี้ควรปรับปรุงแก้ไข

กรมวิชาการ (2544:162) การหาประสิทธิภาพของตัวสื่อมัลติมีเดีย เป็นการหาประสิทธิภาพ และการนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่ง จะช่วยให้ผู้ใช้สื่อมีความมั่นใจว่าจะเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนจริงเมื่อใช้สื่อนั้นแล้ว

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดนี้ พัฒนามาจากการหาเกณฑ์ มาตรฐานของบทเรียนโปรแกรม ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) ได้มาจากคะแนนแบบฝึกหัดที่ ผู้เรียนทำถูกต้องในระหว่างการเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) ได้มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนทำให้ออกเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม จากแนวคิด ดังกล่าวจะพบว่า ผู้เรียนมีส่วนสำคัญที่สุดในการให้ข้อมูลด้านผลลัพธ์ (Outcome) ซึ่งออกมาในรูป ของคะแนนในการทำแบบฝึกหัด (คะแนนระหว่างเรียน) และคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนสอบหลังเรียน) ทั้งการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียนโดยใช้ สูตรในการคำนวณ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533 :139) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

และ

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์

E_2 แทน ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ในการเปลี่ยนพฤติกรรม

ของผู้เรียน

ΣX	แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการฝึกปฏิบัติภารกิจในบทเรียน
ΣY	แทน คะแนนที่ได้รับรวมของผู้เรียน จากแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน จำนวนผู้เรียน
A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบระหว่างเรียน
B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2546 : 155) กล่าวถึงการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำได้ 3 ขั้นตอนคือ

1. แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One – to – One Testing)

เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักเรียน 1 คน โดยเลือกนักเรียน ที่มีผลการเรียนอ่อน ปานกลางและเก่ง เป็นการทดลองใช้เพื่อทดสอบการสื่อความหมาย กล่าวคือ จะดูความสามารถด้านการสื่อความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลัก ขั้นนี้ มิได้ มุ่งเน้นที่จะนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนเสร็จมาเป็นเครื่องมือในการตัดสิน ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. แบบกลุ่ม (Small Group Test)

เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 6 - 10 คนโดยละกันระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่งกับนักเรียนที่อ่อน การทดลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อดู ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนที่ใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยก่อนเรียนนักเรียนจะทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นนักเรียน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วครูจะให้นักเรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อ นักเรียนศึกษาเนื้อหาจบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งส่วนมากแบบทดสอบ ก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจะเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน

3. ภาคสนาม (Field Testing)

เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ในชั้นเรียนที่มี นักเรียนตั้งแต่ 30 - 100 คน ดำเนินการทดลองในภาคสนามตามขั้นตอน เช่นเดียวกับการทดลอง แบบกลุ่ม โดยปกติเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่เนื้อหาเป็นความรู้ ความจำ ที่ตั้ง ไว้ 80/80 , 85/85 หรือ 90/90 โดยที่ 80 85 และ 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 80 85 และ 90 ส่วน 80 85 และ

90 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 85 และ 90

ภายหลังจากที่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ ในกรณีที่ ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากตัวแปรที่ควบคุม ไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของนักเรียน บทบาทและความชำนาญในการใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของครูเป็นต้น อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5% - 5% โดยการยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น อาจกำหนดไว้ 3 ระดับ

1. “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าเกินกว่า 2.5% ขึ้นไป
2. “เท่ากัน” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่าเกณฑ์หรือสูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้แต่ไม่เกิน 2.5%
3. “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ คือ มีค่าต่ำกว่า 2.5% ก็ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนดังกล่าว ให้ถือความแปรปรวน 2.5% - 5% นั่นคือประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% แต่ โดยปกติจะกำหนดไว้ 2.5% เท่านั้น

วิโรจน์ มะโนวรรณ (2546 : 28) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้สรุปว่า เมื่อเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จแล้ว จะต้องนำไปลองใช้เพื่อแก้ไขปรับปรุงและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดย การลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การลองใช้กับนักเรียน 1 คน เป็นการลองใช้กับนักเรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยเลือก นักเรียนที่มีผลการเรียนค่อนข้างอ่อน

ขั้นที่ 2 การลองใช้กับกลุ่มเล็ก เป็นการใช้ลองกับนักเรียนจำนวน 10 คน ในขณะที่เรียน จะ ให้นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยไม่มีการติดต่อเป็นการส่วนตัวระหว่าง ผู้เขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 การทดลองภาคสนาม เป็นการดำเนินการทดลองกับนักเรียนจำนวน 100 คน ใน สภาพเหมือนในชั้นเรียนจริง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับโดยทั่วไปหรือไม่อย่างไร

จากการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว สรุปได้ว่า ในการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ สามารถอาศัยหลักการหาประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในขั้นตอนการหาประสิทธิภาพจะมีการทดลอง 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ การทดสอบกับนักเรียน 1 คน ทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก การทดลองภาคสนาม สำหรับเกณฑ์มาตรฐานการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นิยมใช้กันคือ 90/90 85/85 80/80 โดยเกณฑ์ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด และเกณฑ์ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนด ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไว้ที่ 80/80 โดยที่ 80 ตัวแรก คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด และ 80 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

ประโยชน์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 123-124) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า

1. ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระ กำหนดเวลาไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็วก็ไม่ต้องรอนคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย ราคาถูก ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบกับปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของผู้อื่น จึงมีความสบายใจในการเรียน
2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการ ไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลาตายตัว
3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการหรือสอดคล้องกับระดับความสามารถของตน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น
4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้
5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลายๆ เทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวกันหรือหลายเทคนิคร่วมกัน เช่น การแสดงด้วยเส้นกราฟ (Graphics) ดนตรี การใช้สื่อการใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียงและการพูดตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น

6. สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลุ่มลึก

7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

8. เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้น้ำหนักความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์

9. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา สถาบันราชภัฏสวนดุสิต (2542 : 36) กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการสอนว่า

1. ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนก้าวไปตามความสามารถของเขาได้อย่างสูงสุด เพราะคอมพิวเตอร์เข้าถึงผู้เรียน ตอบสนองผู้เรียนด้วยความอดทน

2. มีการตอบสนองหลายรูปแบบ มีทั้งยกย่องชมเชย และชักชวนให้กำลังใจให้ก้าวไปสู่ขั้นที่ยากกว่า เป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้ผู้เรียน

3. ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูง เพราะมีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งจะเรียนรู้ได้จากขั้นตอนที่ง่ายไปหายากตามลำดับ

4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจ และความสามารถของตนเอง บทเรียนมีความยืดหยุ่น สามารถเรียนซ้ำได้ตามที่ต้องการ

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง ต้องควบคุมการเรียนด้วยตนเองมีการแก้ปัญหา และฝึกคิดอย่างมีเหตุผล สร้างความพึงพอใจแก่ผู้เรียน เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน สามารถรับรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้อย่างรวดเร็ว เป็นการท้าทายผู้เรียน และเสริมแรงให้อยากเรียนต่อ

6. ให้ครูมีเวลามากขึ้นที่จะช่วยเหลือผู้เรียนในการเสริมความรู้ หรือช่วยผู้เรียนคนอื่นที่เรียนอ่อน ประหยัดเวลา และงบประมาณในการจัดการเรียนการสอน โดยลดความจำเป็นที่จะต้องใช้ ครูที่มีประสบการณ์สูง หรือเครื่องมือราคาแพง เครื่องมืออันตราย ลดช่องว่างการเรียนรู้ระหว่างโรงเรียนในเมือง และชนบท เพราะสามารถส่งบทเรียน ไปยังโรงเรียนชนบทให้เรียนรู้ได้ด้วย

กิดานันท์ มลิทอง (2546 : 173-174) กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 6 ข้อ สรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

2. การใช้สี ภาพ ลายเส้น การเคลื่อนไหวที่เสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง
3. ความสามารถของหน่วยความจำเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ในลักษณะการศึกษาเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี สามารถกำหนดบทเรียนให้นักเรียนแต่ละคนได้เรียนพร้อมกับแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ความเป็นส่วนตัวกับนักเรียน เป็นการช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตน โดยไม่ต้องอายเพื่อนนักเรียนและเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด
6. ช่วยขยายขีดความสามารถของครูในการควบคุมนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

ความหมายของการจำลองสถานการณ์

Schultz. (1992 : 4) ได้ให้ความหมายของการจำลองสถานการณ์ว่า การปฏิบัติการที่ใช้แบบจำลอง หรือกระบวนการต่าง ๆ ให้คล้ายคลึงกับสภาพที่เป็นจริง โดยฝึกให้ผู้อยู่ในสถานการณ์ได้ฝึกปฏิบัติ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

สุนทร จันทร์ตรี (2540: 393) ได้ให้ความหมายของสถานการณ์จำลอง หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมเลียนแบบของจริงให้ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุดและให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจจากสถานการณ์ที่เขากำลังเผชิญอยู่นั้น

เพชรรัตน์ จงนิมิตสถาพร (2543 : 82) ได้ให้ความหมายของสถานการณ์จำลองว่า หมายถึง การสร้างสถานการณ์จริงหรือเลียนแบบสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในสังคม แล้วนำมาให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ ศึกษา ปฏิบัติ แสดงออก เสนอความคิดเห็นหรือตัดสินใจในการเลือกแนวทางแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวคิดที่ถูกต้อง และมีคุณค่าในการดำเนินชีวิตในสังคมต่อไป

วารี ธีระจิตร (2543 : 191) ได้ให้ความหมายของการจำลองสถานการณ์ หมายถึง การจำลองสถานการณ์ที่เป็นจริงมาใช้ในห้องเรียน โดยจัดให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายของการเรียนและสถานการณ์นั้นจะต้องง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน

สำเริง เวชสุนทร (2543 : 18-19) ได้ให้ความหมายของสถานการณ์จำลองว่า การจำลองสถานการณ์หรือสภาพการณ์นั้นจำลองมาจากสภาพที่เป็นจริง หรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสังคมมากที่สุด แล้วให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ แสดง ออกความคิดเห็น หรือหาแนวทางแก้ปัญหาในสถานการณ์

นั้น ๆ ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในสภาพที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด มีโอกาสตัดสินใจเลือกวิธีการในการแก้ปัญหา และเลือกหลักการหรือทฤษฎีมาใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาของเขา

ทิสนา แคมณี (2547: 370) ได้ให้ความหมายของการจำลองสถานการณ์ หมายถึง การจำลองสถานการณ์ หรือการสร้างสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง แล้วให้ผู้เรียนลงไปอยู่ในสถานการณ์นั้น และให้มีปฏิกิริยาตอบโต้กัน วิธีการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสดลองแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งในสถานการณ์จริงผู้เรียนอาจไม่กล้าแสดง เพราะเป็นการเสี่ยงต่อผลที่จะได้รับมากเกินไป

จากความหมายที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า การจำลองสถานการณ์ หมายถึง การจำลองเหตุการณ์หรือเลียนแบบสถานการณ์ โดยให้มีความคล้ายคลึงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้น ซึ่งทำให้เนื้อหาในบทเรียนมีความเป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย แล้วผู้เรียนได้เผชิญสภาพการณ์ด้วยตนเอง โดยการทดลองปฏิบัติศึกษาจากสภาพนั้น ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจ มีความสีก่วมกับเหตุการณ์ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปการปฏิบัติจริงต่อไป

ความมุ่งหมายในการใช้สถานการณ์จำลอง

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความมุ่งหมายในการใช้สถานการณ์จำลองไว้ดังนี้

Taylor และ Walford. (1984 : 48-49) ได้กล่าวว่า การใช้สถานการณ์จำลองมีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อเสนอสถานการณ์ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนให้แก่ผู้เรียน
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเคยชินกับสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอโดยใช้เวลาอธิบายที่เร็วกว่าปกติ
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น และได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ
4. เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเลือกแนวทางที่ถูกต้อง เช่น การเรียนรู้จากความผิดพลาด หรือจากความสำเร็จของผู้อื่น

อัญชลี แจ่มเจริญ (2542 : 5) กล่าวว่า การใช้การจำลองสถานการณ์มีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้พบและรู้จักแก้ปัญหาซึ่งอาจเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อให้ให้นักเรียนรู้จักคิดและนำเหตุผลมาอภิปราย เพื่อประกอบกาตัดสินใจแก้ปัญหา
3. เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้รู้จักวิพากษ์วิจารณ์และอดทน ต่อการพุดวิพากษ์วิจารณ์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีวินัยในตนเอง คำนึงถึงสิทธิและหน้าที่
4. เพื่อเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเรียนการสอนจากการที่ครูสอนแต่ผู้เดียวมาเป็นการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น

เพชรรัตน์ จงนิมิตสถาพร (2543 : 86) กล่าวว่า การใช้สถานการณ์จำลองมีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิด ใช้วิจารณญาณการไตร่ตรองและสามารถนำเหตุผลมาอภิปรายเพื่อประกอบการตัดสินใจ
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์จริงในสังคม โดยได้ศึกษาจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่ใกล้ตัวก่อนการเรียนรู้ที่ไกลตัวออกไป
3. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี
4. เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการกลุ่ม รู้จักวิพากษ์วิจารณ์ อดทนต่อการถูกวิพากษ์วิจารณ์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้องในการพัฒนาค่านิยมส่วนตัว และสังคม การพัฒนาทางจริยธรรม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความมุ่งหมายของการใช้สถานการณ์จำลอง คือ

1. เพื่อฝึกการคิดแก้ปัญหา ควบคุมสถานการณ์ ตัดสินใจในสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ในชีวิตจริง
2. เพื่อฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม สร้างความสัมพันธ์และการยอมรับของสมาชิกในกลุ่ม
3. เพื่อฝึกความกล้าของผู้เรียน กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ดีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น

ความสำคัญของการใช้การจำลองสถานการณ์ในการเรียนการสอน

การสอนโดยจำลองสถานการณ์ เป็นวิธีสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อนได้อย่างเข้าใจ เกี่ยวกับสภาพความเป็นจริงที่สถานการณ์นั้นจำลองขึ้นมา เกิดความเข้าใจในสถานการณ์สภาพความเป็นจริง โดยเฉพาะเรื่องที่มีตัวแปรจำนวนมากที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน

Taylor และ Walford (1984 : 27) ได้กล่าวถึงเหตุผลหลักใหญ่ 3 ประการ ที่แสดงความสำคัญของการจำลองสถานการณ์ในการเรียนการสอนนั้นคือ

1. เป็นเทคนิคที่นำไปสู่ความเข้าใจและกิจกรรมในชั้นเรียน และในกิจกรรมที่ร่วมกันทั้งครูและนักเรียน เป็นการนำเอาเหตุการณ์ปกติและการร่วมกันแก้ปัญหาเพื่อเข้าใจถึงสถานการณ์
2. การจำลองสถานการณ์มักเป็นปัญหาพื้นฐาน และเป็นประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการ ปัญหาในเรื่องการเรียน ถ้าได้กระทำครอบคลุมถึงทักษะทางสังคมก็จะเป็นความสัมพันธ์โดยตรงในการนำไปใช้กับโลกภายนอกได้

3. เป็นเทคนิควิธีที่เป็นกลไกพื้นฐานเชื่อมโยงสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง และการยืดหยุ่นของระดับการคิดและการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่ผันแปร

Flaxman และ Stark (1987) ได้กล่าวเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ ว่าเป็นการออกแบบสำหรับผู้เรียนเพื่อเป็นการฝึกปฏิบัติและทักษะความสามารถใน สถานการณ์จริง โดยปราศจากความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายหรือการได้รับอันตรายจากเครื่องมือ ผู้เรียนสามารถเรียนได้โดยไม่ต้องวิตกกังวล

Hestenes (1987) และคณะ (1992) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง ว่าเป็นวิธีที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูงมาก ผู้เรียนเข้าไปมีบทบาทในการเรียนรู้สูง สะท้อนความเป็นจริงได้และต้องมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานการณ์นั้น

Heerman (1988 : 59) ได้กล่าวถึง ความก้าวหน้าของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เป็นที่ยอมรับกันว่าโปรแกรมจำลองสถานการณ์เมื่อนำมาใช้ในสถานการณ์ซับซ้อน และเหมือนจริงจะมีการตอบสนองมาก และเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้กว้างขวางกว่าที่เคยมีมา คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ทางการศึกษาในทัศนะของเขามี 4 รูปแบบคือ

1. การจำลองสถานการณ์ที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (Non-interactive Simulation) มีการจำลองแบบเหมือนจริง และการนำนักเรียนเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของระบบแต่ไม่มีการเสนอกระบวนการให้ผู้เรียนกับโปรแกรมได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน

2. การจำลองสถานการณ์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Simulation) เป็นแบบที่ยอมให้ผู้เรียนได้ควบคุมระบบและสังเกตการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ภายในที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการจำลองสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้น

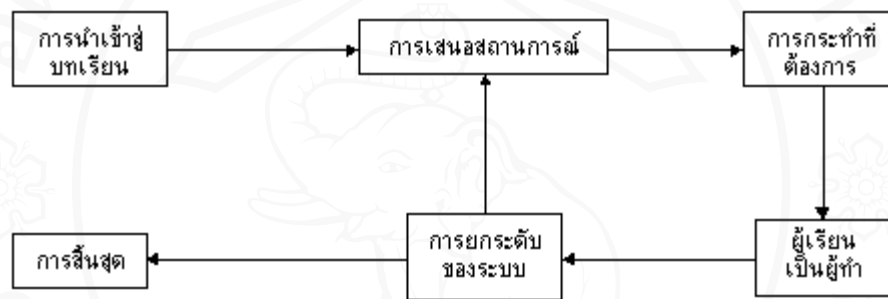
3. การจำลองสถานการณ์การแข่งขันเป็นกลุ่ม (Group Competitive Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสังคม เศรษฐกิจ การเมือง หรือเนื้อหาอื่น ๆ ที่เสนอปัญหา เพื่อแก้ปัญหาโดยการตัดสินใจเป็นทีม มีการแข่งขันกันของนักเรียน

4. การจำลองสถานการณ์การแข่งขัน รายบุคคล (Individual Competitive Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมเป็นรายบุคคล ในการแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและกำหนดจุดหรือการกระตุ้นให้มีความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา

Reigeluth และ Schwartz (1989 : 9) ได้กล่าวถึงการจำลองสถานการณ์ที่เป็นความหมายของการเรียนการสอน คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำเอาความสามารถที่มีอยู่มาใช้กับกระบวนการหรือการประยุกต์หลักการ ภายใต้สถานการณ์เงื่อนไขที่เป็นจริง โดยเฉพาะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Computer Based Simulation : CBS) จะช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน

ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญและเชี่ยวชาญในกระบวนการแก้ปัญหาและการใช้ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงได้

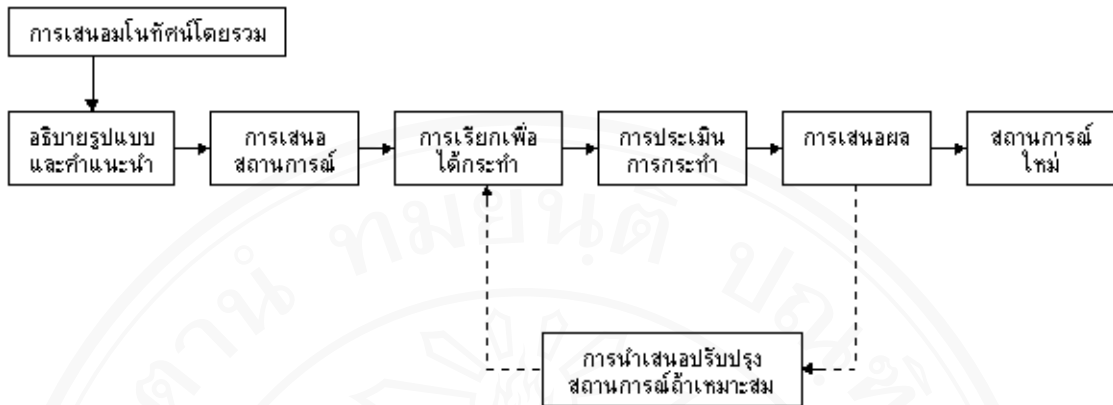
Alessi และ Trollip (1991 : 159) ได้กล่าวถึง การจำลองสถานการณ์ว่าเป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ใน คอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในการนำไปใช้ในการสอน การจำลองสถานการณ์จะปรับปรุงการเรียนรู้บทบทวนและการฝึกไปเป็นการเพิ่มแรงจูงใจ การถ่ายโยงการเรียนรู้ และประสิทธิภาพ ซึ่งมีประโยชน์ ปลอดภัย และสามารถควบคุมได้เหมือนได้ประสบการณ์จริง ดังภาพ 7



ภาพที่ 8 โครงสร้างการจำลองสถานการณ์ (Allassi and Trollip, 1991)

Bonner (1991 : 103) ได้เสนอแนวคิดพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แนวคิดหนึ่งก็คือ การจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย การนำเสนอจุดมุ่งหมาย การนำเสนอเพื่อกระตุ้นความสนใจ การดึงความสามารถ และการจัดการการป้อนกลับเป็นแบบการสอนที่เป็นประโยชน์ในการสอน การใช้กฎเกณฑ์ และการแก้ปัญหา

Forcier (1996 : 247) กล่าวว่า การที่คอมพิวเตอร์ถูกใช้ในการฝึก สถานการณ์จำลองก็เนื่องจากสถานการณ์จริงมีความยุ่งยากในทางปฏิบัติ มีอันตราย เสียค่าใช้จ่ายมาก ไม่คุ้มค่าในการฝึก ต้องใช้เวลามาก กำหนดวิธีการในการฝึกยาก การใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์จะช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ในขณะที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สามารถแสดงกระบวนการคิดเพื่อนำไปใช้ เมื่อผู้เรียนได้กระทำอย่างต่อเนื่องจนได้เห็นผลของการตัดสินใจของเขา ในขณะเดียวกันความเข้าใจกระบวนการที่เกิดขึ้นจะช่วยเพิ่มการตัดสินใจในการแก้ปัญหา เนื่องจากการจำลองสถานการณ์สามารถเสนอตัวอย่างของสถานการณ์จริงและสามารถฝึก ปฏิบัติในการแก้ไขปัญหา ซึ่งอาจเป็นอันตราย อยู่ห่างไกลใช้เวลามาก หรือมีปัจจัยในเรื่องของทุน รวมถึงทักษะการคิดขั้นสูง (High Level of Cognitive Skill) อันเกี่ยวข้องกับ การสังเคราะห์ความจริง กฎเกณฑ์และมโนทัศน์ในการแก้ไขปัญหา ดังภาพ 8



ภาพที่ 9 รูปแบบการจำลองสถานการณ์เป็นขั้น (Forcier, 1996 : 248)

Knapp และ Glenn (1996 : 103) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ว่าเป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่ง ที่ครูสามารถนำไปใช้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ของแต่ละวิชาได้ทั้งหมด ครูอาจกำหนดว่าจะสอนอะไรให้ผู้เรียน โดยแสดงให้เห็นวิธีการแก้ปัญหาว่าทำอย่างไร และสร้างการตัดสินใจให้ผู้เรียนได้กระทำกับสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนก็จะทำได้ดีโดยคุณสมบัติที่แท้จริงของสถานการณ์จำลองก็คือ การทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาในชีวิตจริง ในสภาพแวดล้อมที่ได้เข้าร่วมตัดสินใจเป็นลำดับขั้น ไม่มีอันตรายกับตัวเขา ในทางปฏิบัติเองถ้าเกิดการผิดพลาดขึ้นนั้นก็จะไม่เป็นประโยชน์ เพราะถ้าได้เรียนรู้และหาทางเลือกและแก้ไขได้ ประสบการณ์ที่ได้รับก็จะช่วยให้วิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาลงได้ภายหลัง

Roberts และคณะ (1996) ได้กล่าวว่าการเรียนโดยใช้การจำลองสถานการณ์ว่า เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการปฏิสัมพันธ์กับเหตุการณ์จริงที่อาจเกิดขึ้นได้เป็นต้น

Gay และ Airasian (2000) และ ทิศนา ขัมมณี (2547: 370 – 373) ได้กล่าวว่า การสอนโดยจำลองสถานการณ์เป็นการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีการพัฒนา 2 ด้าน คือ สนับสนุนด้านการพัฒนาการทางโครงสร้างความคิด (cognitive structure) และสนับสนุนด้านกระบวนการคิดได้อย่างคล่องตัว และยังสนับสนุนด้านจิตวิทยาการเรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้เรียนดังต่อไปนี้คือ

1. การปฏิบัติของผู้เรียนถือว่าเป็นการทดลอง ที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องที่ซับซ้อนได้อย่างเข้าใจ
2. เห็นตัวอย่างสถานการณ์จำลองและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและสำรวจแนวคิดของตัวเอง เกิดภาพในใจทำให้มีความเข้าใจในบทเรียน

3. เกิดแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติโดยการกระทำเอง โดยผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ จำนวนมาก เช่น กระบวนการตัดสินใจ กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิด

4. ทำให้เกิดการพัฒนาแนวคิดของผู้เรียน โดยได้รับการพัฒนาแนวคิดหลายแนวคิดในระยะเวลาอันสั้น

Zhao, Pugh, Sheldon, และ Byers (2002) กล่าวถึงการสอนด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ว่าเป็นการเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงในกิจกรรมการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ และการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริง ผู้เรียนสามารถตั้งสถานการณ์จำลองเองก็ได้ เช่น ถ้าผู้เรียนต้องการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ไม่มีแรงโน้มถ่วงของโลกเข้ามาเกี่ยวข้อง ผู้เรียนไม่สามารถทำการศึกษาได้เลยหากไม่เดินทางออกไปนอกโลกจริงๆ แต่คอมพิวเตอร์สามารถจำลองสถานการณ์ตามที่ต้องการได้ จะเห็นว่า คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีประโยชน์กับการที่จะให้ผู้เรียนได้เห็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและได้ทดสอบเรื่องที่ต้องการจะทดสอบได้ด้วย

เบญจวรรณ โรจน์พานิช (2540) ได้กล่าวถึงการจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ โดยสรุปได้ว่า เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญและมีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการสอน เนื่องจากในการเรียนการสอนบางเนื้อหาไม่สามารถสร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์จริงได้ อาจเนื่องมาจากอุปสรรคทางด้านบุคลากร ด้านเวลา ด้านสถานที่ ด้านความปลอดภัย ด้านอุปกรณ์หรือข้อจำกัดอื่น ๆ จึงต้องมีการสร้างสถานการณ์หรือเครื่องมือเพื่อเป็นสื่อในการเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ในการเรียนจากสถานการณ์จำลองนี้ ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมจริง ๆ และกิจกรรมที่จำลองขึ้นมานั้นมีลักษณะเหมือนจริง การจำลองสถานการณ์อาจจะเป็นการจำลองทางด้านจำลองกระบวนการหรือการจำลองวิธีการทำงานที่จะทำให้ผู้เรียนได้คิดและค้นพบความรู้ ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของคอมพิวเตอร์ ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยสอนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์ยังสามารถออกแบบเพื่อการสอนเนื้อหาใหม่ เพื่อทบทวนบทเรียน เพื่อสอนเสริมในสิ่งที่ศึกษา เพื่อทดลองโดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ก็ได้

ทิสนา แซมณี (2547: 370) ได้กล่าวถึงการเรียนโดยใช้การจำลองสถานการณ์ไว้ว่า ผู้เรียนเรียนได้อย่างสนุกสนาน การเรียนรู้มีความหมายต่อตัวผู้เรียน

สุระ วุฒิพรหม (2547: 22) ได้กล่าวถึงความสำคัญการสอนโดยการจำลองสถานการณ์ว่าเป็นวิธีการเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อทดแทนสภาพจริงนำมาเรียนในห้องเรียน และยัง

เป็นการจูงใจผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมเข้าไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ การจำลองสถานการณ์จะลดความยุ่งยากซับซ้อนให้น้อยกว่าเหตุการณ์จริงได้

จากความสำเร็จข้างต้น สรุปได้ว่า การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในการเรียนนั้น เป็นวิธีการใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมาช่วยสอน เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเหตุการณ์ เนื้อหามากขึ้น ผ่านการจำลอง เลียนแบบสถานการณ์นั้นโดยไม่ต้องอยู่ในเหตุการณ์ สถานการณ์ หรือสถานที่จริง และช่วยลดสิ่งที่จะเป็นไปให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายแก่ผู้เรียน แล้วยังเป็นการจูงใจในการเรียนโดยที่ไม่ต้องวิตกกังวล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงนิยม การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสริมการสอน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสริมการสอนจากการสอนตามแผนการเรียนรู้ปกติในเนื้อหาแต่ละเรื่อง โดยจัดให้นักเรียนได้ศึกษา ทำกิจกรรมทดลอง ทบทวน เพื่อขยายความเข้าใจของเหตุการณ์ กระบวนการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้เห็นภาพของหลักการของหัวข้อที่กล่าวถึงในสิ่งที่ป็นนามธรรมและมองไม่เห็นในชีวิตจริง

ประเภทของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

Dean และ Whitlock (1988 : 154-155) กล่าวว่า ในวิธีการสอนทั้งหลาย การสอนสาธิต โดยการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ การจำลองสถานการณ์เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอนและการฝึกอบรม ได้แบ่งประเภทของการจำลองสถานการณ์สำหรับคอมพิวเตอร์เอาไว้ 4 ชนิดด้วยกันคือ

1. สถานการณ์จำลองแบบลดแบบทั้งหมด คือ การลดขนาดของระบบธุรกิจขนาดใหญ่ในการฝึก โดยฝึกกับตัวอย่างที่มีการป้องกันอย่างดี เช่น การฝึกระบบจำลองการจองตัวเครื่องบิน การฝึกระบบบัญชีเครดิต เป็นต้น

2. สถานการณ์จำลอง รูปแบบกระบวนการ คือ การสาธิตการทำงานเพื่อศึกษาความสามารถของผลสะท้อนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น การเพิ่มประชากร ผลที่เกิดจากมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

3. สถานการณ์จำลอง การฝึกใช้เครื่องมือ คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุม การเลือก ลำดับขั้น และความเร็วในการฝึกตามเนื้อหา และการให้ผลสะท้อน เช่น การฝึกใช้อุปกรณ์เรดาห์ การฝึกพิมพ์ดีด หรือการจำลองแบบการบิน เป็นต้น

4. สถานการณ์จำลอง การสรุปผลการฝึก คือ การนำเสนอปัญหาในสถานการณ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้น ผู้ฝึกหัดจะทำตามลำดับขั้นของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้คอมพิวเตอร์

จากประเภทของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ข้างต้นสรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ สามารถแบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถแบ่งได้เป็น ประเภทใหญ่ ๆ คือ 1.สถานการณ์จำลองกระบวนการ เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลง 2.สถานการณ์จำลอง การใช้เครื่องมือ เพื่อควบคุมลำดับขั้นตอนและความเร็วในการฝึกตามเนื้อหา 3.สถานการณ์จำลองแบบถอดแบบทั้งหมด เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าไปมีบทบาทสมมติในเหตุการณ์นั้น สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ประเภทของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบผสมผสานกันทั้ง 3 แบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาในแต่ละหน่วย

แบบจำลองสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ – ฟิสิกส์

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Ritchie และคณะ (1997) ได้ให้ความหมายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างให้ความรู้ความเข้าใจ (cognitive constructions) ที่จะพยายามบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่ไม่สามารถประสบกับเหตุการณ์นั้นโดยตรงซึ่งเป็นการสมมติขึ้น พยายามจะให้เข้าใจคำในความหมายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการจินตนาการ และสามารถเชื่อมแนวคิดกับแนวคิดอื่น ๆ ได้ เช่น การค้นพบของนิวตันเกี่ยวกับการตกอย่างอิสระของวัตถุ พยายามที่จะอธิบายเหตุผลของการตกของวัตถุ โดยใช้ปรากฏการณ์ที่เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในเวลาต่อมาก็เริ่มหาเหตุผลว่าทำไมวัตถุต้องมีแรง ที่มากระทำกับวัตถุ จึงมีการเขียนเวกเตอร์ของแรงขึ้นมาเพื่อแสดงให้เห็นว่าวัตถุถูกแรงกระทำ ซึ่งต่อมาก็เรียกว่าน้ำหนักเป็นต้น Harrison และ Treagust (1996) ให้ความหมายว่า เป็นลักษณะการจำลองเพื่อถ่ายทอดความคิด เหตุผลหรือสื่อความหมายให้บุคคลอื่นได้รับรู้และเข้าใจในความคิดของตน เช่น ทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์ (Einstein's theories of relativity) ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวล และแบบจำลองคลื่นน้ำและคลื่นแสงของกลุสซอเยน ซึ่งไม่สามารถเห็นได้จากสถานการณ์จริง ๆ จึงจำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์ต้องสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่ออธิบายให้คนอื่นเข้าใจ

นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองสำหรับการเปรียบเทียบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการเข้าใจ ยากต่อการเกิดแนวคิด หรือสิ่งที่เขาค้นพบใหม่ๆ เพื่อให้เข้าใจง่าย แบบจำลองเป็นการจำลองปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ง่ายก็จะสามารถทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถถ่ายทอดแนวคิดให้ผู้อื่นได้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น Smit และ Finegold (1995) กล่าวว่าการทำงานเกี่ยวกับเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคต ที่ได้สรุปจากข้อมูลความเข้าใจที่ได้จากการสังเกตที่เกิดจากอดีต อย่างไรก็ตามแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากที่สามารถเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นนามธรรมให้เห็นเป็นรูปธรรม ที่จะพยายามอธิบายและเปรียบเทียบให้เห็นได้ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองเชิงความคิด

เรื่องแสงที่มีการเปลี่ยนแปลงมาตลอด จากทฤษฎีอนุภาคของนิวตัน (Newton's particle theory) มาเป็นทฤษฎีคลื่นของฮอยเกน (Huygens' wave theory) ซึ่งในปัจจุบันก็ใช้ทั้งสองทฤษฎีในการอธิบายปรากฏการณ์ของคลื่น โดยเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของแสงสามารถอธิบายได้ทั้งสองทฤษฎี

Driel และ Verloop (1999 : 1142) ได้รวบรวมความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Models) ไว้ดังนี้

1. เป็นแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย ซึ่งถูกแทนโดยแบบจำลอง เป้าหมายคือระบบ หรือปรากฏการณ์ หรือกระบวนการ
2. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสืบเสาะค้นหาให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ไม่สามารถสังเกตได้ หรือวัดได้โดยตรง เช่น อะตอม ไดโนเสาร์ หลุมดำ เป็นต้น
3. เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเปรียบเทียบกับสู่เป้าหมาย
4. แบบจำลองจะแตกต่างจากเป้าหมายเสมอ โดยทั่วไปแบบจำลองจะรักษาซึ่งความง่าย (Simple) เท่าที่จะเป็นไปได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะที่สนใจศึกษา
5. แบบจำลองจะถูกพัฒนาโดยกระบวนการทำซ้ำ ๆ โดยนำข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายไปปรับปรุงแบบจำลอง หลังจากนั้นแบบจำลองจะถูกทดสอบโดยการศึกษาเป้าหมายเพิ่มเติม

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงแบบจำลองที่แสดงถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลง ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ออกมาในแบบของรูปธรรมเพื่อขยายความเข้าใจในเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับแนวคิดอื่น ๆ ได้

แบบจำลองสถานการณ์ในวิชาฟิสิกส์

Lunetta (1981 : 243) , Grosslight (1991 : 820) ได้ให้ความหมายของแบบจำลอง หมายถึงแบบจำลองไม่กลุ่มของข้อเท็จจริงแต่เป็นตัวแทน (Representations) ที่เป็นวัตถุ หรือ ตัวแทนที่เป็นแนวคิดของธรรมชาติที่มีอยู่จริง ใช้เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้เข้าใจพัฒนา และอำนวยความสะดวกต่อการสื่อสารและการเรียนรู้

Gilbert (1991) ให้คำนิยามการจำลองสถานการณ์ทางฟิสิกส์ ไว้ว่า เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลอง ซึ่งบุคคลสร้างจากจินตนาการและข้อเท็จจริงของสิ่งที่มีอยู่หรือปรากฏการณ์ในธรรมชาติ

Smit (1995 : 622) ได้รวบรวมความหมายของแบบจำลองในวิชาฟิสิกส์ ไว้ดังนี้

1. แบบจำลอง คือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นในสมองเป็นสิ่งที่ชั่วคราว

2. แบบจำลองที่ใช้ในวิชาฟิสิกส์ไม่ใช่ภาพของสิ่งที่เป็นอย่างจริงแต่เป็นทฤษฎีที่ใช้แทนสิ่งที่เป็นจริง

3. การจำลองสถานการณ์ คือ การทำให้ได้มาซึ่งความรู้และความเข้าใจธรรมชาติ

4. แบบจำลองและทฤษฎีทางฟิสิกส์มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับแล้วจะต้องบรรจุการบรรยายแบบจำลองที่มีเหตุผลฟังได้ เพื่อใช้เป็นแบบจำลองของบางสิ่งบางอย่าง วัตถุหรือกระบวนการที่เข้าใจแล้วเป็นอย่างดี

5. แบบจำลองฟิสิกส์ เป็นแบบจำลองที่ช่วยให้นักฟิสิกส์ทำนาย บรรยาย และอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ อนุภาคและโครงสร้าง ซึ่งการบรรยายนั้นไม่ได้สมบูรณ์แบบ เพียงแต่ทำให้ง่ายขึ้นเพื่อเกี่ยวข้องศึกษา ดังนั้นสิ่งที่เป็นอย่างจริงสิ่งเดียวอาจแทนได้ด้วยแบบจำลองมากกว่าหนึ่งแบบจำลอง

วิชาญ คงธรรม (2547 : 12) กล่าวว่า แบบจำลองสถานการณ์ในวิชาฟิสิกส์หรือวิทยาศาสตร์ หมายถึง แนวความคิดหลักที่มีต่อระบบของวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อที่จะอธิบายและทนายระบบของวัตถุหรือเหตุการณ์เหล่านั้น

จากความหมายข้างต้น พอสรุปได้ว่า แบบจำลองในวิชาฟิสิกส์ หมายถึง แบบจำลองแนวความคิดหลักหรือปรากฏการณ์ที่แสดงในแบบรูปธรรม เพื่ออธิบายของวัตถุให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสถานการณ์จำลองในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระทำของแรง จำนวนแรงและแนวแรง การเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อขยายความรู้ ความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน ได้เข้าใจถึงหลักของแนวคิดที่เป็นนามธรรม

ประโยชน์การสอนแบบจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์

ประโยชน์การสอนแบบจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ด้านใหญ่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542) ดังนี้

1. ด้านแรงจูงใจ แบบจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์จะสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำแทนการอ่านหนังสือหรือฟัง จากการบอกเล่า

2. ด้านการถ่ายโยงการเรียนรู้ แบบจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติและทดลองในเงื่อนไขต่าง ๆ เห็นผลที่เกิดจากการทดลองทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงทักษะการแก้ปัญหาที่มีผลต่อการนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้

3. ด้านประสิทธิภาพ แบบจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ได้เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ขยายความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนจดจำบทเรียนได้นาน เนื่องจากผู้เรียนกระทำกิจกรรมในบทเรียนเอง ผู้เรียนจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

สาระการเรียนรู้และองค์ความรู้เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

มาตรฐานการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระ และในสาระที่ 4 เป็นสาระเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546 : 6) ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ 2 มาตรฐาน คือ

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสาระที่ 4 แรง และการเคลื่อนที่ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546 : 17-18) ในแต่ละช่วงชั้น มีดังนี้

มาตรฐาน ว 4.1 ช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3)

1. สำรวจตรวจสอบและอธิบายได้ว่าการดึงหรือผลัก จะต้องออกแรงซึ่งแรงนั้นอาจทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

2. สังเกต สำรวจตรวจสอบและอธิบายได้ว่า วัตถุจะตกลงสู่พื้นโลกเสมอ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก แรงดึงดูดของโลกทำให้วัตถุน้ำหนัก

3. สำรวจตรวจสอบและอธิบายได้ว่า แม่เหล็กมีแรงดึงดูดหรือแรงผลักต่อกันและสามารถดูดวัตถุบางชนิด รวมทั้งนำสมบัติของแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์

4. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายได้ว่า เมื่อนำวัตถุบางชนิดที่ผ่านการถูมาแล้วเข้าใกล้กันจะดูดหรือผลักกันได้ และวัตถุแต่ละอันจะดูดวัสดุเบา ๆ ได้

มาตรฐาน ว 4.1 ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6)

1. ทดลอง และอธิบายได้ว่า เมื่อดึงหรือผลักวัตถุด้วยแรงที่มากกว่าหนึ่งแรงจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมือนมีแรงหนึ่งแรง ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของแรงนั้น ๆ

2. สำรวจ ตรวจสอบและอธิบายความดันของอากาศและความดันในของเหลว แรงลอยตัวในของเหลวมีผลทำให้วัตถุน้ำหนักหรือลอย

มาตรฐาน ว 4.1 ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)

1. อภิปราย และอธิบายได้ว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ทำการทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน

2. สำรวจ ตรวจสอบและอธิบายว่าแรงลัพธ์มีผลทำให้วัตถุมีความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์นั้น

มาตรฐาน ว 4.1 ช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)

1. สำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2. วิเคราะห์และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค

มาตรฐาน ว 4.2 ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6)

1. สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายได้ว่าแรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ และยกตัวอย่างแรงเสียดทานจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.2 ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)

1. สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพ และเสนอแนะวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

2. ทดลองและอธิบายหลักการของโมเมนต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งคำนวณ และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

3. สังเกตการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และอธิบายผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และลักษณะการเคลื่อนที่ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.2 ช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)

1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ ในแนวตรงและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

2. สำรวจ ตรวจสอบและอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮามอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโปรเจก-ไทล์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Research Council ,1996 :12 -186) ได้กำหนดให้นักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล - มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรียนรู้และมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาพื้นฐานเรื่อง แรง และการเคลื่อนที่ และในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรียนรู้เนื้อหาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่เป็นนามธรรมมากขึ้น

การเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติได้แบ่งเป็น 3 ช่วงชั้น คือ ระดับอนุบาล - ประถมศึกษาปีที่ 4 , ประถมศึกษาปีที่ 5 - มัธยมศึกษาปีที่ 2 , มัธยมศึกษาปีที่ 3 - มัธยมศึกษาปีที่ 6 ในแต่ละช่วงได้กำหนดเนื้อหา ดังนี้

1. ระดับอนุบาล - ประถมศึกษาปีที่ 4

1.1 การบอกตำแหน่งของวัตถุ ต้องเทียบกับจุดอ้างอิงที่เป็นวัตถุอื่น หรือภูมิหลัง

1.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถอธิบายโดยการวัดตำแหน่งของวัตถุเทียบกับเวลา การผลักหรือการดึงสามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่ย้ายตำแหน่ง

2. ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 - มัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุบรรยายได้จากตำแหน่ง ทิศทาง และอัตราเร็ว ที่ได้จาก การวัด และการนำเสนอในรูปของกราฟ

2.2 วัตถุที่ไม่มีแรงลัพธ์มากระทำจะเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องด้วยอัตราเร็วคงที่ใน แนวเส้นตรง

2.3 ถ้ามีแรงมากกว่าหนึ่งแรงมากระทำต่อวัตถุในแนวเส้นตรง แรงทั้งหมดจะ หักล้างซึ่งกันและกัน ขึ้นอยู่กับขนาดทิศทางของแรง ผลที่ได้คือแรงลัพธ์ ทำให้อัตราเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยน

3. ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 - มัธยมศึกษาปีที่ 6

3.1 วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เมื่อมีแรงลัพธ์มากระทำเท่านั้น

3.2 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันใช้คำนวณผลของแรงที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของ วัตถุ

3.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดของการเคลื่อนที่ที่สามารถใช้ความสัมพันธ์ และเมื่อวัตถุ หนึ่งออกแรงกระทำต่ออีกวัตถุหนึ่ง จะเกิดแรงที่ขนาดเท่าเดิมแต่มีทิศทางตรงกันข้าม เกิดขึ้นบนวัตถุแรก

3.4 แรงโน้มถ่วงสากลเป็นแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ มีขนาดแปรผันโดยตรง กับมวลและแปรผกผันกับระยะทางกำลังสอง

เมื่อพิจารณาแนวคิดพื้นฐานเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4 (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) และ 3 ช่วงชั้น (National Research council , 1996) สามารถจัดเป็นหมวดหมู่ได้ 4 กลุ่มหลัก คือ

1. จลศาสตร์

2. ความสัมพันธ์ของแรงและการเคลื่อนที่

3. แรง ความเร็ว ความเร่ง เป็นปริมาณเวกเตอร์

4. แรงลักษณะต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ แนวคิดในสี่หมวดหมู่นี้ สอดคล้องกับการจัด หมวดหมู่ แนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของ Hestenes (1992) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. จลศาสตร์ ประกอบด้วยแนวคิดดังนี้

1.1 การกระจัด เป็นปริมาณที่บอกให้ทราบถึงการเปลี่ยนตำแหน่ง การบอกตำแหน่งใหม่เทียบกับตำแหน่งเดิมให้เป็นที่เข้าใจชัดเจนนั้นต้องระบุทั้งระยะทางและทิศทาง การกระจัดจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

1.2 ความเร็วเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัด หรือการกระจัดที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา เนื่องจากการกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ความเร็วจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ด้วย โดยทิศทางของความเร็วจะเป็นทิศของการการกระจัดที่เปลี่ยนไป

1.3 ความเร่ง เป็นความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความเร็วนี้อาจเปลี่ยนแปลงเฉพาะขนาดของความเร็ว หรือเฉพาะทิศทางของความเร็ว หรือทั้งขนาดและทิศทางพร้อมกันก็ได้

1.4 เมื่อวัตถุมีความเร่งคงที่ และวัตถุมีความเร็วคงที่ในแนวตั้งฉากกับทิศของความเร่งคงที่ ผลที่ได้คือวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งรูปพาราโบลา

2. กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน ประกอบด้วยแนวคิด ดังนี้

2.1 ถ้าไม่มีแรงใด ๆ กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือถ้าวัตถุเดิมอยู่นิ่ง ก็จะอยู่นิ่งเช่นนั้นตลอดไป แต่ถ้าเดิมวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวค่าหนึ่ง วัตถุนั้น ก็ยังคงเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเส้นตรง ตามทิศทางเดิม ด้วยความเร็วตัวเท่าเดิม

2.2 วัตถุจะคงสภาพอยู่นิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในแนวตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น

3. กฎข้อที่สองของนิวตัน ประกอบด้วยแนวคิด ดังนี้

3.1 แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น

3.2 เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ วัตถุนั้นจะมีความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

3.3 เมื่อมีแรงลัพธ์คงที่กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะมีความเร่งคงที่

4. กฎข้อที่สามของนิวตัน ประกอบด้วยแนวคิด ดังนี้

4.1 ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้ามเสมอ

4.2 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยากระทำต่อวัตถุคนละก้อน และแรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงกันข้ามเสมอไม่ว่าระบบจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ก็ตาม

4.3 ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามกันเสมอไม่ว่าแรงจะเป็นแรงคลหรือแรงต่อนื่องก็ตาม

4.4 แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้

5. การหักล้างกันของแรง

แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง จึงจัดให้แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เมื่อมีแรงสองแรง (หรือมากกว่า) มากระทำพร้อมกันต่อวัตถุเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นจะเสมือนว่า มีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุนั้น ซึ่งแรงดังกล่าวเรียก แรงลัพธ์ แรงลัพธ์ของแรงมากกว่าสองแรงขึ้นไปหาได้โดยวิธีการบวกเวกเตอร์

6. แรงที่กระทำต่อวัตถุในลักษณะต่าง ๆ มีแนวคิดดังนี้

6.1 แรงปฏิกิริยา เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ แรงที่มากระทำต่อวัตถุเรียก แรงกิริยา และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำนี้ว่า แรงปฏิกิริยา รวมแรงทั้งสองนี้เรียกว่า แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา ซึ่งมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามกัน

6.2 แรงเสียดทานจากพื้นผิวสัมผัสที่เป็นของแข็ง กรณีแรงเสียดทานเลื่อนวัตถุหนักและวัตถุเบาจะเคลื่อนที่ช้าลงในอัตราเดียวกัน วัตถุที่มีมวลมากจะมีแรงกดทับบนพื้นผิวมาก ดังนั้นจึงมีแรงเสียดทานต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุมาก หรืออาจพิจารณาอีกนัยหนึ่ง จากความจริงที่ว่าวัตถุมีมวลมาก (ถ้ามีความเร็วเริ่มต้นเท่ากับวัตถุที่เบากว่า) มีโมเมนตัมมากกว่าจึงรักษาสภาพ การเคลื่อนที่ให้คงไว้แม้จะมีแรงเสียดทานที่มากกว่าคอยขัดขวางการเคลื่อนที่อยู่ก็ตาม นั่นคือ แรงเสียดทานมีค่ามาก และโมเมนตัมมีค่ามาก สร้างความถ่วงดุลซึ่งกันและกัน ดังนั้นเมื่อ แรงเสียดทานเลื่อนที่กระทำต่อวัตถุที่มีน้ำหนักมาก วัตถุที่มีน้ำหนักมากจะเคลื่อนที่ช้าลงในอัตราเดียวกันกับวัตถุที่มีน้ำหนักเบา

6.3 แรงเสียดทานจากอากาศ กรณีแรงเสียดทานจากก๊าซ หรือของไหล อย่างเช่น แรงต้านทานของอากาศแตกต่างจากแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสที่เป็นของแข็ง แรงต้านทานของอากาศมีผลให้วัตถุที่มีน้ำหนักมากเคลื่อนที่ช้าลงในอัตราที่น้อยกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักเบา ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวัตถุที่มีน้ำหนักมาก (ซึ่งมีอัตราเร็วเริ่มต้นเท่ากับวัตถุที่มีน้ำหนักน้อย) มีโมเมนตัมมาก จึงผลักดันโมเลกุลของอากาศให้แยกออกจากเส้นทาง การเคลื่อนที่ได้ดีกว่า ดังนั้นเมื่อมีแรงต้านจากอากาศเกิดขึ้นกับวัตถุที่มีน้ำหนักมากจะทำให้การเคลื่อนที่มีอัตราช้าลงที่น้อยกว่าวัตถุเบา

6.4 ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงวัตถุมีความเร่งเป็นอิสระจากมวล วัตถุที่มีมวลต่างกันจะตกด้วยความเร่งเท่ากัน เนื่องจากว่าถ้าแรงโน้มถ่วงดึงดูดวัตถุทั้งหมดด้วยแรงขนาดเท่ากัน วัตถุที่มีน้ำหนักมาก ควรจะมีความเร่งน้อยกว่าเพราะว่าวัตถุที่มีน้ำหนักมากกว่ามีความเฉื่อยสูงกว่า อย่างไรก็ตามแรงดึงดูดเนื่องจากแรงโน้มถ่วงระหว่างโลกและวัตถุมีความสัมพันธ์

กับมวลของวัตถุ นั่นคือวัตถุมีมวลมากแรงดึงดูดจากแรงโน้มถ่วงจะมีค่ามาก ผลก็คือการเพิ่มขึ้นของแรงดึงดูด จากแรงโน้มถ่วงจะชดเชยกับมวลของวัตถุที่มีค่ามากและมีความเฉื่อยสูง ดังนั้นวัตถุทั้งหมดจึงมีความเร่งในอัตราเดียวกัน ดังตัวอย่างการปล่อยวัตถุสองชิ้นซึ่งมีมวลต่างกัน คือวัตถุหนักและวัตถุเบาจากความสูงเดียวกัน โดยมีความเร็วเริ่มต้นเป็นศูนย์ (นั่นคือขณะปล่อยวัตถุทั้งสองมิได้เคลื่อนที่) และแรงโน้มถ่วงกำลังกระทำต่อวัตถุทั้งสอง ถ้าต้องการทราบว่า วัตถุชิ้นไหนตกถึงพื้นดินก่อนหรือวัตถุทั้งสองตกถึงพื้นดินพร้อมกัน จำเป็นต้องคำนึงถึงความจริงที่ว่า เมื่อให้แรงคล ที่เท่ากันวัตถุที่หนักกว่ามีความเร่งที่น้อยกว่าวัตถุที่เบากว่าหรืออีกนัยหนึ่ง แรงโน้มถ่วงกระทำอย่างต่อเนื่องด้วยแรงคลที่มีขนาดสูงต่อวัตถุที่มีน้ำหนักมาก นี่คือองค์ประกอบสองอย่างที่ถ่วงดุลกัน ผลก็คือวัตถุทั้งสองมีความเร่งเท่ากันและเคลื่อนที่ตกลงพื้นพร้อมกัน

6.5 แนววิธีการเคลื่อนที่แบบพาราโบลาภายใต้แรงโน้มถ่วง การเคลื่อนที่แบบพาราโบลาที่เป็นแบบโพรเจกไทล์ เป็นการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งสองแนว ทั้งในแนวราบและในแนวดิ่ง ช่วงเวลาที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวเป็นช่วงเวลาเดียวกัน การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของโพรเจกไทล์กับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระเหมือนกันทุกอย่าง วัตถุที่ตกอย่างอิสระกับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะต้องตกถึงพื้นพร้อมกัน นอกจากนั้นการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวต่างเป็นอิสระต่อกัน การเคลื่อนที่ในแนวราบจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่ากับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

Good (1983 : 7) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า เป็นการบรรลุถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาในด้านการเรียนซึ่งโดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากงานที่มอบหมายให้หรือทั้ง 2 อย่าง

คะเนิงนุช จาตุประยูร (2540 : 32) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในด้านต่างๆ ของบุคคล ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อันเนื่องมาจากการได้รับการฝึกฝน อบรมสั่งสอนจากครูนั่นเอง

สุวิทย์ หิรัญยกานท์ และคณะ (2540 : 5) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในพจนานุกรมศัพท์ทางการศึกษาว่า หมายถึงความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้หรือ

ทักษะ หรือหมายถึงผลของการเรียนการสอนหรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้นๆ ก็ได้

สมใจ ฤทธิสนธิ (2541 : 43) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 387- 389) กล่าวว่า “...ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรม ที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้...”

สมหวัง พิธิยานวณิชย์ (2542 : 71) กล่าวว่า “...ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งแสดงออกมา 3 ด้าน ได้แก่ด้าน พุทธพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย...”

มนต์รวี นันตะเสน (2543 : 26) กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับการฝึกอบรมสั่งสอน ทั้งในสถานศึกษา และนอกสถานศึกษาดังนั้น จึงถือได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือผลผลิตที่สำคัญของการเรียนการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นกิจกรรมหลักในกระบวนการเรียนการสอนของครู

สุรัตน์ เตียวเจริญ (2543 : 8) สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ระดับความสำเร็จที่ได้รับจากการเรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถทางด้านวิชาการ รวมทั้งความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ เช่น ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของเด็กซึ่งประเมินจาก เกรดเฉลี่ยที่ได้จากสถาบันการศึกษา และโรงเรียน จึงถือได้ว่าผลสัมฤทธิ์เป็นตัวแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จหรือล้มเหลวทางการศึกษา

บุญชม ศรีสะอาด (2544 : 68) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้ง ความรู้ลึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 13) ได้บัญญัติศัพท์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นจะต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดได้โดยเฉพาะ

จากที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับจากการเรียนรู้ การฝึกฝน ส่งผลให้เกิดความรู้ ความสามารถ และสามารถวัด ประเมินได้โดยวิธีการทดสอบ

ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Klopper (1981 : 9) ได้จำแนกระดับพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ ความคิด แบ่งได้ 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ซึ่งปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ยึดแนวทางของ Klopper ในการประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิด

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540 : 95-106) กล่าวถึงวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนว Klopper ไว้สรุปได้ว่าวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
5. เจตคติและความสนใจ
6. การมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

สุธรรม อ่อนคำ (2541 : 13) ได้กล่าวไว้ว่า “...ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์...”

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 389) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดได้จากการใช้เครื่องมือในการวัดโดยเน้น การวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และนำความรู้ไปใช้ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบวัดความรู้ความจำ จะเป็นการถามให้นักเรียนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว ด้านความเข้าใจอาจเขียนได้หลายลักษณะ

เช่น กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้แล้วให้ผู้เรียนระบุข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ส่วนพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายพฤติกรรมโดยแบบทดสอบที่วัดแต่ละพฤติกรรม จะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ส่วนการวัดด้านการนำความรู้ไปใช้จะมีลักษณะกำหนดปัญหาใหม่ ๆ มาให้นักเรียนแก้โดยอาศัยความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 8) ได้กล่าวเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ยึดแนวทางของ Klopfer ในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิดแบ่งได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

จากที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ทักษะของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาจากการเรียนการสอนนั้นมาแล้ว ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานวิจัยครั้งนี้จึงหมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 28) ได้กล่าวเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ ในอดีตหรือสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

วิรัช วรรณรัตน์ (2541 : 49) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการเรียนรู้ โดยต้องการทราบว่าผู้สอบมีความรู้ะไรบ้างมากน้อยเท่าไร เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว

พิชิต ฤทธิจัญญ (2545 : 96) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ภาณุเดช หงษ์วงษ์ (2548 : 225) ได้กล่าวว่า “...ในส่วนที่สามารถประเมินโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียนนั้น ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การสืบเสาะหาความรู้และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้...”

คารารัตน์ คำสวัสดิ์ (2549 : 72) ได้อธิบายความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ยกเว้นการวัดทางด้านร่างกาย

นิทรา มาศวิวัฒน์ (2551 : 25) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ ความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อยู่มาในอดีตหรือสภาพปัจจุบันว่าสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง อาจเป็นแบบปรนัย หรืออัตนัย และแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ พฤติกรรม ทักษะและสมรรถภาพทางสมอง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นพพร ศรีทองอินทร์ (2541) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พลังงานกับชีวิต กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าบ่อ อำเภوتاบ่อ จังหวัดหนองคาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถึงขั้นรอบรู้ โดยเฉลี่ยร้อยละ 83.02

ศักดิ์นันท์ นิ่มตระกูล (2543) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างอะตอมในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างอะตอม ในวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โครงสร้างอะตอมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการสอนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างอะตอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างอะตอม ในระดับปานกลางถึงน่าพอใจ

นริศรา ญาณะ (2545) ได้ศึกษาการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 41 คน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาบนเครือข่ายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการเรียนผ่านเกณฑ์ 80 % ทั้งนี้เพราะนักเรียนให้ความสนใจ กระตือรือร้นและศึกษาบทเรียนคนละหลาย ๆ รอบ

รัชฎาภรณ์ ก้อนแก้ว (2545) ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม เรื่อง การบวกลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างด้วยโปรแกรม Authorware 5.2 ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ที่มาจากแบบทดสอบสูงขึ้น

อมรฤทธิ์ อุทรักษ (2545) ได้ศึกษาสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พลังงานที่ได้รับพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากรับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พลังงานกับชีวิต สูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พลังงานกับชีวิต

ปิยนารถ เกษมสุข (2546) ได้ศึกษาการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สารสังเคราะห์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 86.26/ 86.12 เมื่อนำไปใช้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิโรจน์ มะโนวรรณ (2546) ได้ศึกษาการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาวิทยาศาสตร์และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 43 คน พบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

89.54/ 84.76 ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานไปใช้สอนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนได้รับการสอนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิชาญ คงธรรม (2547) ได้ศึกษาผลวิธีวงจรสืบเสาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักที่มีต่อ แนวคิด เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และศึกษาความสามารถในการใช้กระบวนการสืบเสาะของ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่สร้างด้วยคอมพิวเตอร์ แบบวัดแนวความคิด และแบบประเมินความสามารถ พบว่า คะแนนของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนโดยใช้วงจรสืบเสาะด้วย คอมพิวเตอร์เป็นหลักสูงกว่าก่อนการได้รับการสอนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธีรพงศ์ ห่อนอก (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ช่วยเสริมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหา นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนซ่อม เสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียน จุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี จำนวน 29 คน พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่ม ตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนการได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีนี้มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ในประเทศมี จำนวนน้อย ผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยที่เทียบเคียงเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็น โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในบางส่วนและเกี่ยวกับแนวคิดการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี ดังนี้

วรลักษณ์ อินตะวงศ์ (2539) ได้ศึกษาผลการเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตามวิธีของนุซุม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ เรียนตามแบบของนุซุม สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามวิธีตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และพฤติกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแบบของนุซุมที่มีการวิเคราะห์ส่วนประกอบของ โจทย์ปัญหา การเลือกวิธีการคำนวณ การวาดภาพ การเขียนประโยคสัญลักษณ์ การคิดคำนวณและ การตรวจสอบ

จักรพันธ์ ทองเอียด (2540) ทำการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี เอสคิว อาร์คิว ซีคิว สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนทุกคนมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมในระดับปานกลางขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 70 มีความพึงพอใจในระดับมาก และร้อยละ 16.67 มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ดุสิต แก้วหล้า (2540) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงฟิสิกส์ตามแนวเทคนิค เอ็ม อี คิว และในการสร้างแบบวัดจะสร้างคำถามย่อยซ้อนอยู่ในคำถามสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ที่เกี่ยวกับเรื่องแรง มวล และการเคลื่อนที่ จากนั้นนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงฟิสิกส์มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์อย่างในระดับสูง

บุญศรี บุญม (2540) ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยากับวิธีการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยวิธีการสอนแบบใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยาสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้วิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

นิพนธ์ นิลคง (2541) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในทิศทางบวกโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.69 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 2) ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในทิศทางบวกโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.83 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 3) ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในทิศทางบวกโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.71 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 4) ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในทิศทางบวกโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.48 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 5) สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหฟิสิกส์ (Y) โดยใช้ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง

ตรรกศาสตร์ (X_1) และทักษะการคำนวณในการเรียน วิชาฟิสิกส์ (X_2) เป็นตัวพยากรณ์ มีรูปแบบดังนี้

$$\text{สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบคือ } Y_c = -7.2601 + 0.3226 X_1 + 0.8611 X_2$$

$$\text{สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน } Z_c = 0.213Z_1 + 0.6740Z_2$$

สุกัญ พิทักษ์ศักดิ์คาร (2541) ได้ศึกษาการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหาผลสัมฤทธิ์และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเป็นกลุ่มทดลอง 95 คน และกลุ่มควบคุม 415 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบและ นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ได้สูงขึ้น

โชคศิลป์ และคณะ (2544 : 1006) ได้ศึกษาการศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2544, 2545 และ 2546 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียนในเรื่องแรง และการเคลื่อนที่คือ The Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่ออกแบบโดย Thornton and Sokoloff (1998) โดยมีคำถาม 43 ข้อ และแยกออกเป็น 4 กลุ่มคำถาม ได้แก่ การตีความหมายของข้อมูลโดยทั่วไป การเคลื่อนที่ของวัตถุนบนพื้นเอียง การโยนวัตถุขึ้นบนอากาศ และการแปลความหมายข้อมูลจากกราฟ ซึ่งแบบทดสอบนี้เน้นแนวคิดในแต่ละเรื่องมากกว่าการคำนวณ การวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนน้อยมีแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุนบนพื้นเอียง นักศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลก ดวงดาวและอวกาศ สูงกว่านักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

รพีพร โตไทยะ (2544) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหา ตามแนว

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม การวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เรไร ไหมวัน (2544) ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้ชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังใช้ชุดการสอน นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์ 56 % ได้มากกว่าก่อนการได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น 80.95% ซึ่งชุดการสอนได้แบ่งออกเป็น ส่วน เพื่อตรวจสอบคำตอบ จากการแก้โจทย์ปัญหาทุกแบบฝึกซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญ

กรรณิการ์ เฟ่งพิศ (2545) ได้พัฒนาแผนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อประสม โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวชิรวิทย์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยสื่อประสมสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนเกือบทั้งหมดเห็นด้วยกับการเรียนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สื่อประสม

เจนศึก โพธิศาสตร์ (2546) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของครูฝึกและเทคนิค กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน และใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเก็บข้อมูล ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหามีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าก่อนการได้รับการสอน และทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

สุกัญญา ตนะพงษ์ (2547) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการและศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาใน 3 ด้าน คือ 1.ด้านความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2.ด้านการคำตอบ 3.ด้านการตรวจสอบ พบว่าการพัฒนาที่ทำโดยให้นักเรียนวาดภาพ เพื่อแสดงว่าความเข้าใจสถานการณ์ โจทย์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ถาม การกำหนดปัญหาโจทย์ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์จริง ภาพ บทอ่าน ของจำลอง นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มขึ้นและนักเรียนร้อยละ 50 เริ่มมีความตระหนักถึงความจำเป็นในการตรวจสอบคำตอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

ประวิทย์ บึงสว่าง (2538) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเรื่อง ปฏิกริยาไฟฟ้าเคมี พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์มีผลสัมฤทธิ์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองไม่แตกต่างจากนักเรียนที่วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองแบบอภิปรายในชั้นเรียน และนักเรียนที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์มีความคิดเห็นที่ดี และเห็นด้วยต่อการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองและต้องการที่จะเรียนในลักษณะนี้กับเรื่องอื่นๆ ต่อไปอีก

ศุภชัย ทวี (2548) ได้สร้างบทเรียน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยใช้การสอนตามแบบจำลองความคิดด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ และศึกษาการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยการใช้สอนตามแบบจำลองความคิดด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ของสถาบันราชภัฏ พบว่า การเรียนรู้ของนักศึกษามีพฤติกรรม การโต้ตอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์และสามารถใช้ความระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้อีกทั้งผลการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนิวตันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Liu (1987) ได้กล่าวถึงการวิจัยเกี่ยวกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน โดยทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นด้วยวิธีปฏิบัติสามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้วทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียน นักเรียนสามารถสร้างความสำเร็จด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

McCurry (1998) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาฟิสิกส์ทั่วไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไปจำนวน 23 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเรียนตามปกติ ในระยะเวลาเท่าๆ กัน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ แต่ทั้งสองกลุ่มมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

Gentner และ Stevens (1983) ได้ศึกษาการเรียนการสอนเรื่องแบบจำลองของแม่เหล็กไฟฟ้า แทนที่จะให้นักเรียนลอกเลียนหรือจำสูตรในการคำนวณแรงแม่เหล็กไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เขาให้นักเรียนมีแนวคิดและเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าก่อนโดยใช้แบบจำลอง แล้วถึงให้นักเรียนไปอธิบายการทำงานของกริ่งไฟฟ้า ซึ่งเป็นระบบของฟลักซ์แม่เหล็ก (system of fluid flux) และวงจรไฟฟ้าได้ หากผู้เรียนมีสถานการณ์จำลองเชิงความคิด (mental simulation) ก็ยิ่งจะทำให้ความคิดปรับขยายได้ดียิ่งขึ้น จึงทำให้เกิดการเรียนรู้และแนวคิดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นสถานการณ์จำลองจึงเป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดขึ้นได้

Wise (1984) ได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์งานวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองก่อนการปฏิบัติและหลังการปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วย วิธีปกติและมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงกว่าอีกด้วย

Eisenkraft (1987) ได้ศึกษาผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองในการปฏิบัติการทดลองกับการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ตามปกติ ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาส่วนหนึ่งพบว่า นักเรียนที่ปฏิบัติการทดลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามปกติ

Carlsen และ Andre (1992 : 105-109) ได้วิจัยเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ในกระบวนการเปลี่ยนมโนทัศน์ของเนื้อหาในวิชาวงจรไฟฟ้า โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 97 คน เป็นชาย 40 คนและหญิง 57 คน แบบแผนการทดลองเป็นแบบ $2 \times 2 \times 3$ นั่นคือกลุ่มผู้เรียนที่เป็นเพศ 2 กลุ่มคือ กลุ่มเพศชาย กับกลุ่มเพศหญิง แบบข้อความ กับข้อความ ที่เปลี่ยนมโนทัศน์ และการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ 3 แบบคือ การใช้ก่อนอ่านข้อความ การใช้ขณะอ่านข้อความ และการไม่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ พบว่า นักเรียนที่ใช้การจำลองสถานการณ์และการใช้ข้อความที่เปลี่ยนมโนทัศน์ดีกว่า นักเรียนที่ไม่ได้ใช้ แต่การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไม่เพิ่มประสิทธิภาพให้กับข้อความที่เปลี่ยนมโนทัศน์

Lewis, Stern และ Linn (1993 : 45-58) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อความเข้าใจวิชาเทอร์โม ไดนามิกเบื้องต้น การวิจัยเพื่อหาผลของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เป็นการศึกษาจากห้องเรียนนำไปสู่สถานการณ์ในโลกแห่งความจริง เนื่องจากผู้เรียนมักมีปัญหาในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองเป็นนักเรียนระดับเกรด 8 จำนวน 148 คนอายุระหว่าง 12-14 ปีที่กำลังเรียนวิชาฟิสิกส์ ในเรื่องกลศาสตร์ของไหล ผู้เรียนจะใช้เวลาเรียนประมาณ 8 สัปดาห์ การทดลองจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ 12-13 การทดลอง พบว่า การจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้ทดลองทุกวัน ทำให้พวกเขาเข้าใจในเรื่องที่เรียนและเห็นว่ามันง่าย มีความเชื่อถือในผลการทดลอง มีผลการเรียนรู้หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง สามารถอธิบายความแตกต่างในเรื่องการไหลเวียนของความร้อน แยกแยะความแตกต่างและอธิบายแนวคิดของฉนวนและตัวนำได้ การให้ผู้เรียนได้ทดลอง ในการจำลองสถานการณ์ในแบบเดียวกับที่ต้องเจอกับสถานการณ์และเหตุการณ์จริง จะช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้อย่างแจ่มชัด

Dobson, Hill และ Turner (1995 : 13-20) ได้ศึกษาการประเมินผลการทดลองสอนโดยการทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เปรียบเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองด้วยอุปกรณ์ภายในห้องทดลองจริง และศึกษาการตอบสนองของผู้เรียนในการใช้วิธีจำลองสถานการณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1-2 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยชาร์แทมตัน ที่เรียนวิชาปฏิบัติการออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองจำนวน 14 คน ให้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ กลุ่มทดลองที่สองเรียนจากการใช้อุปกรณ์จริงตามปกติ จำนวน 50 คน งานวิจัยของพวกเขาพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ใช้การทดลองปกติกับการใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างการชอบคอมพิวเตอร์กับการเปลี่ยนไปใช้คอมพิวเตอร์ แทนการทดลองจริง แต่มีเจตคติในทางที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยให้ ตั้งใจในการทดลอง กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างในเรื่องของเวลา โดยกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยให้เร็วขึ้น และเห็นว่าการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ง่ายกว่ากลุ่มที่ทดลองอุปกรณ์จริงในห้อง ปฏิบัติการ นักศึกษาเห็นว่าการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้ไม่วิตกกังวลในขณะที่ทำการทดลอง ที่กลัวว่าจะเกิดความเสียหาย และคอมพิวเตอร์ก็ให้ผลการทดลองที่เหมือนจริง

Rieber และ Kini, (1995 : 135-143) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาวิธีการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive) กับแบบอุปนัย (Inductive) โดยศึกษาการใช้ร่วมกันระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ

สอนเสริม (Tutorial) กับแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 353 คน ใช้แบบแผนการทดลองแบบ

2x3x2 Factorial Design สิ่งที่ศึกษาคือ

1. วิธีการสอน 2 วิธี คือ แบบมีการสอนเสริม (Tutorial) และแบบไม่มีการสอนเสริม
2. การจำลองสถานการณ์ 3 แบบ คือ แบบมีโครงสร้าง แบบไม่มีโครงสร้าง และแบบไม่มีสถานการณ์จำลอง

3. ความถนัดในการเรียน (Aptitude) 2 แบบคือ ความถนัดสูงและต่ำ

การเรียนรู้แบบนิรภัย กำหนดให้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมร่วมกับการจำลองสถานการณ์แบบมี โครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง ขณะที่การเรียนรู้แบบอุปมัย กำหนดให้ใช้การจำลองแบบมีโครงสร้าง และไม่มีโครงสร้างโดยไม่ใช้การสอนเสริม การเรียนรู้โดยไม่มีการสอนเสริมและไม่มีการจำลองสถานการณ์เป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนแบบทบทวน ให้ผลคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการสอนแบบ ทบทวน นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนสูงทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่มีความถนัด ต่ำทางการเรียนต่ำ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบสอนเสริมกับความถนัด โดยนักเรียนที่มีความถนัดสูง ทำคะแนนจากการสอนเสริมได้ดีกว่านักเรียนกลุ่ม ที่ไม่มีการสอนเสริม แต่ในกลุ่มที่นักเรียน มีความถนัดต่ำไม่พบความแตกต่างระหว่างการสอนเสริมหรือ การไม่สอนเสริม นักเรียนกลุ่ม ที่เรียนโดยการสอนเสริมมีความเชื่อมั่นในคำตอบมากกว่ากลุ่มที่ ไม่มีการสอนเสริม กลุ่มที่มีความถนัดในการเรียนสูงมีความเชื่อมั่นต่อการตอบคำถามในคำถามที่ ไม่มีอยู่ในเนื้อหาด้วย

Arnold และคณะ (1997) ซึ่งพบว่าการใช้แบบจำลองสถานการณ์จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียน เนื้อหา และแนวคิดเฉพาะได้ดีมากขึ้น ใช้เวลาในการเรียนรู้ได้ดีขึ้นมีประสิทธิภาพในการเรียนสูง ผู้เรียนมีแนวคิดที่ดีขึ้นเรื่องที่ยากจะทำให้เข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ และทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ได้มากขึ้น มีแนวคิดเพิ่มมากขึ้น สามารถนำกฎ หลักการ ทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี จากการปฏิบัติทำให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้ใหม่ๆ ขึ้น

Ollerenshaw, Aidman และ Kidd (1997 : 227-238) ได้ศึกษาการใช้ภาพและข้อความเพื่อช่วยในการเรียนรู้ โดยทดสอบความรู้ที่มีอยู่ก่อนและแบบการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลของผลลัพธ์ โดยการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบกับ การเรียนรู้ด้วยข้อความอย่างเดียว ข้อความประกอบภาพ ข้อความประกอบภาพลำดับขั้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 81 คน แบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีความรู้มาก่อนต่ำ (Low Prior

Knowledge) กับกลุ่มที่มีความรู้มาก่อนสูง (High Prior Knowledge) จากนั้นทำการทดลองด้วยเงื่อนไขแตกต่างกัน 4 อย่างคือ

1. การเรียนแบบข้อความอย่างเดียว (Text Alone) จำนวน 21 คน
2. การเรียนด้วยข้อความประกอบแผนภาพสัญลักษณ์บางส่วน (Text + Diagram Labeling Parts) จำนวน 20 คน
3. การเรียนด้วยข้อความประกอบแผนภาพสัญลักษณ์กระทำเป็นขั้น (Text + Diagram Labeling Operating Stage) จำนวน 20 คน
4. การเรียนด้วยข้อความกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์สัญลักษณ์บางส่วนและกระทำเป็นขั้น (Text + Computer Simulation Labeling Parts & Operating Stages) จำนวน 20 คน พบว่าคะแนนความเข้าใจจากการเรียนด้วยเงื่อนไขแตกต่าง 4 แบบ ให้ผลที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ช่วยให้เข้าใจได้ดีกว่าเงื่อนไขแบบอื่น ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขการเรียนกับความรู้ที่มีมาก่อน และที่น่าสนใจคือคะแนนความเข้าใจระหว่างผู้ที่มีความรู้มาก่อนสูงและต่ำ เมื่อเรียนโดยใช้ข้อความและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองสถานการณ์สัญลักษณ์บางส่วนและกระทำเป็นขั้น ให้ผลไม่แตกต่างกัน

Edward (1997 : 51-63) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องทดลอง โดยการวิจัยได้นำคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไปใช้โดยเชื่อว่าผลการทดลองจะทำให้เข้าใจความเกี่ยวข้องกันระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 28 คน เรียนด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มควบคุม 28 คน เรียนจากการทดลอง พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์มีความสามารถดีกว่ากลุ่มควบคุม และเห็นว่าการจำลองสถานการณ์ในห้องปฏิบัติการเป็นประโยชน์และง่ายต่อการฝึก แต่จะไม่มีผลอย่างเต็มที่เท่ากับการฝึกจริงในสถานการณ์จริง แต่ก็เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่เริ่มต้นเพราะการจำลองสถานการณ์จะสร้าง ประสบการณ์ก่อนไปเจอสถานการณ์จริง

Lee และ Chia (1997 : 25) ได้ทำการทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ทดลองสอนในเรื่อง ระบบเลเซอร์มัลติเซนแนล กับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ในการคำนวณวงจรไฟฟ้าบน คอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบกับประสบการณ์ในแบบเดิมที่เคยทำ เพื่อช่วยให้นักศึกษาเข้าใจลำดับขั้นของระบบเลเซอร์มัลติเซนแนล โดยการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์และคำนวณผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยช่วงแรกจะใช้คำถามง่าย ๆ ในการประยุกต์ใช้กฎของเคอร์ชอฟแก่สมการทางไฟฟ้า ให้เวลาในการคิดอย่างอิสระ การคำนวณเริ่มจากง่ายและพัฒนาขึ้นไป ผลการทดลองพบว่า การใช้

คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เป็นประโยชน์ในการประยุกต์และวิเคราะห์วงจร ที่มีความซับซ้อน
ช่วยทำให้เกิดมโนทัศน์และประสบการณ์จริง ในสิ่งที่ไม่สามารถทดลองได้ด้วยเครื่องมือทั่วไป



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved