

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลกับการเรียนตามคู่มือครู เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอกสารเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล

เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล

งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ถูกเสนอโดยนักฟิสิกส์ชาวอเมริกัน ชื่อ โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert Karplus) ที่เริ่มต้นใช้ในการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยลดความน่าเบื่อของการเรียนในห้องเรียน ต่อมาได้มีกลุ่มนักศึกษานำวิธีการนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนแตกต่างกัน นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological

Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการเรียนการสอนโดยสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ, 2540 : 13)

วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีการนำมาเรียกใช้ในภาษาไทยอยู่หลายคำ เช่น วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบค้นพบ และวิธีสอนแบบสอบสวน ซึ่งมาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry Method และได้มีผู้พยายามให้ความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้มากมายต่างกัน (ทวีศักดิ์ ไชยมาโย, 2534 : 34) ดังนี้

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund, 1975 : 111) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการใช้กระบวนการทางสมองของตนเองหาความรู้ในลักษณะการทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ (Maturing Adult) ในการแก้ปัญหา โดยการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง เพื่อหาวิธีการต่าง ๆ สืบเสาะถึงปรากฏการณ์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ ซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบนี้จะขึ้นอยู่กับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนและสมรรถภาพการสอนของครู

ซันด์ และ ไทโรบริดจ์ (Sund and Trobridge, 1976 : 53 - 55) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุประสงค์นิยม (Objective) อยากรู้อยากเห็น ใจกว้าง

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530 : 122) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนให้นักเรียนหาความรู้หรือความจริงทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผน และกำหนดวิธีการค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เอง

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537 : 119) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้อง

มีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายเป็นผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาค้นคว้าความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้ มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 64) ได้ให้ความหมายของกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การสอนที่ครูจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนค้นหาความรู้ได้อย่างมีหลักการและเหตุผล ขยายความคิดของตนเองได้อย่างกว้างขวาง สามารถวางแผนและกำหนดวิธีการหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางความคิดได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องคอยรับฟังการบรรยายของครูเพียงอย่างเดียว

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน รู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ค้นคิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและการอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นโดยใช้ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

1.1 จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530 : 122) ได้ระบุถึงหลักการทางจิตวิทยาซึ่งสนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีอยู่ 3 ประการ คือ

1. เด็กจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างดียิ่งขึ้น ก็ต่อเมื่อได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาความรู้ นั้น ๆ ดีกว่าจะให้เด็กรู้โดยการบอกเล่า
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อมีสถานการณ์ยั่วยุให้เด็กอยากจะเรียน ไม่ใช่การบังคับ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะสร้างสถานการณ์ให้เกิดการเรียนรู้
3. การให้ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ความคิดพิจารณาจะช่วยให้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนาสมรรถภาพของสมองขั้นสูง

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 64) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะ มีดังนี้

1. นักเรียนจะเรียนได้อย่างดียิ่งขึ้น เมื่อได้เกี่ยวข้องกับการค้นหาความรู้ นั้นโดยตรงมากกว่าที่จะได้รับรู้จากการฟังคำบรรยาย
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้ อยากทราบข้อเท็จจริง หรือรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่ต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า
3. การให้ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ความคิดพิจารณา จะช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนาสมรรถภาพขั้นสูงของสมอง

1.2 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund, 1975 : 98 - 99 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2537 : 120 - 124) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่า แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การอภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การใช้อุปการณ์สร้างสถานการณ์ ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant events) สถานการณ์หรือปัญหานั้น ควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว จะช่วยสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้
2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในชั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้
3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุนิธีในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น
5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 148 - 149) ได้เสนอขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagment)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ให้การยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exporation)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

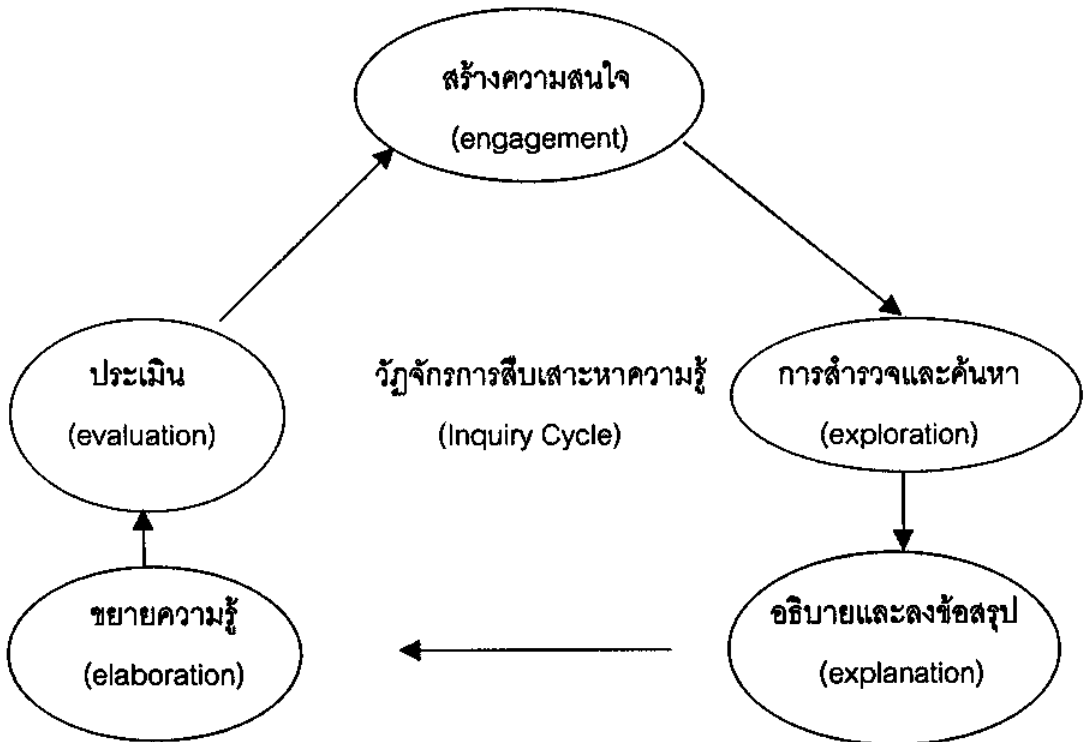
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็ได้ สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์

หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อขัดแย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพประกอบ 1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

สุวัฒน์ นียมคำ (2531 : 582 - 583) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กันทั่วไปว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้จะเป็นการสร้างความสนใจในการทดลองเรื่องใหม่และเป็นการกระทำของครูเพื่อโน้มน้าวและดึงความสนใจของนักเรียนให้หันมาสนใจกับบทเรียนใหม่ที่จะสอน

2. ขั้นสอนหรือขั้นสร้างความรู้ เมื่อนักเรียนทราบเรื่องที่จะเรียนหรือทราบปัญหาที่จะค้นหาคำตอบ และทราบจุดประสงค์ของบทเรียนแล้ว ขั้นต่อไปคือ ครูจะทำให้นักเรียนได้ความรู้นี้ได้อย่างไร กิจกรรมขั้นนี้เป็นการทำให้นักเรียนเกิดความรู้ เกิดทักษะ และเกิดเจตคติตามจุดประสงค์ของการสอนที่ตั้งไว้ จึงเรียกว่า ขั้นสอนหรือขั้นสร้างความรู้ (Development Stage)

ในกรณีที่มีการทดลอง ในขั้นสอนหรือขั้นสร้างความรู้ จะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

2.1 ขั้นอภิปรายก่อนทดลอง (Pre – Lab Discussion) เมื่อได้เรื่องที่จะทดลองและจุดประสงค์ของการทดลองแล้ว งานขั้นต่อไปคือ การวางแผนการทดลองหรือการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนว่าแนวทางแก้ปัญหาควรจะทำอะไร และอย่างไร กิจกรรมนี้คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre – Lab Discussion)

2.2 ขั้นปฏิบัติการทดลอง (Experimenting Activities) ขั้นนี้เป็นการทำให้นักเรียนทำการทดลองจริง ๆ จึงเรียกว่าขั้นปฏิบัติทดลอง (Experimenting Activities) ครูจะให้นักเรียนไปเบิกวัสดุและอุปกรณ์ที่เตรียมไว้และลงมือทำต่อไป ขณะนักเรียนทำการทดลองครูควรจะไปสังเกตการทำงานของกลุ่มต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้กำลังใจสอบถามในสิ่งที่เห็นว่าผิดปกติ ตอบคำถามของกลุ่มในสิ่งที่สงสัยอยู่ ดูการติดตั้งเครื่องมือ การอ่านเครื่องมือด้วย มีการบันทึกข้อบกพร่องที่พบในระหว่างการทดลองของกลุ่มต่าง ๆ ไว้เพื่อจะนำไปใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (Post – Lab Discussion) ขั้นนี้นักเรียนมีข้อมูลจากการทดลองพร้อมแล้ว หรืออาจแปลผลการทดลองไว้แล้ว ต่อไปก็เป็นการนำข้อมูลมาพิจารณาหาความหมาย เพื่อตอบคำถามของปัญหา

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายกับทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ข้อสรุปที่ได้ในขั้นตอนนี้คือ ตรงกับจุดประสงค์กับการสอนที่ตั้งไว้แล้ว ในบางครั้งอาจจะเป็นการทดสอบสิ่งที่สงสัยซึ่งข้อสรุปอาจจะไม่ใช่ความรู้ใหม่ก็ได้

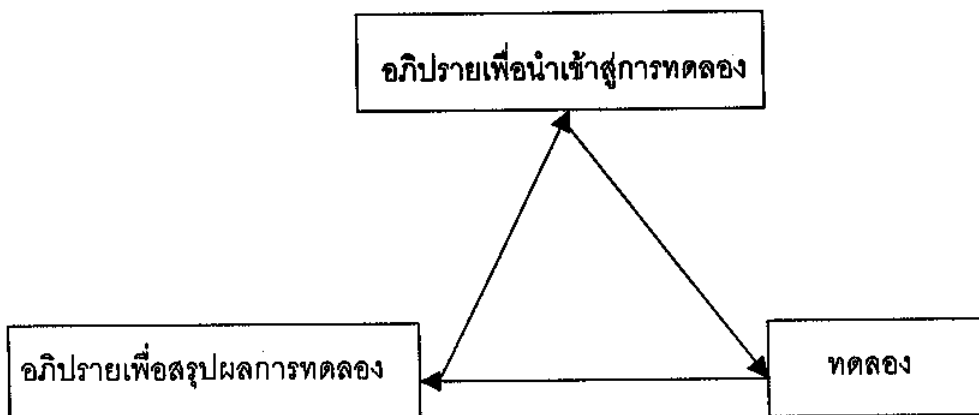
3. ขั้นเสริมความรู้ ความเข้าใจ และนำไปใช้ เมื่อนักเรียนได้ค้นพบความรู้ใหม่จากขั้นการอภิปรายหลังการทดลองแล้ว ครูไม่ควรจะหยุดอยู่เพียงแค่นั้น เพราะการค้นพบเพียงแต่ได้หลัก

ความรู้ แต่ความเข้าใจในความรู้นั้นยังต้องการหาโดยวิธีอื่น ๆ อีก งานชิ้นนี้ครูควรจะต้องจัดกิจกรรมที่จะขยายความเข้าใจในความรู้ที่ได้มาให้ง่าวขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น

4. ขั้นวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว มีการเสริมความรู้ความเข้าใจแล้ว ต่อไปก็ควรมีจะมีการวัดและประเมินผลซึ่งอาจจะทำได้หลายวิธี ตั้งแต่ ถาม-ตอบ ตอบข้อเขียนสั้น ๆ จนกระทั่งเขียนรายงาน การทดลอง หรือให้แบบฝึกหัด

จากขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ใช้ในการสอน ประกอบด้วย ขั้นตอนดังนี้

1. อภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อที่จะนำไปสู่การกำหนดปัญหา การใช้คำถามกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา เป็นการแนะแนวทางให้นักเรียนคิด ออกแบบการทดลอง หรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
2. ทดลอง เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นและอภิปรายซักถามจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำไปสู่การสรุปผล
3. อภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ขั้นนี้นักเรียนมีข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบ ตอบคำถามของปัญหาและควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียน นำความรู้ที่ได้ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่เรียนต่อไป



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสอนสืบเสาะหาความรู้

1.3 บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537 : 77) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ คือ

1. แนะนำบทเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
2. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น
3. คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน
4. แนะนำคำศัพท์ใหม่ ๆ ที่พบขณะทำการทดลอง
5. กระตุ้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูล และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง

สิ่งที่ครูควรจะระลึกให้เสมอในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ จะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ทดลองเพื่อค้นหาคำตอบ และบรรยายสิ่งที่ค้นพบด้วยตนเอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 124 - 125) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. จัดหาวัสดุอุปกรณ์และจัดทำคำแนะนำในการสำรวจอย่างสั้น ๆ
2. ถามนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อให้คำชี้แจง ครูต้องฟังและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
3. ให้นักเรียนรายงานผล และครูทำหน้าที่ตรวจสอบรายงาน
4. ถามคำถามเกี่ยวกับการตีความหมายของข้อมูล
5. ถามคำถามเกี่ยวกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะทำการทดสอบสมมติฐานอย่างไร
6. ครูถามคำถามของการทดสอบสมมติฐาน จัดเขียนมโนมติที่สร้างขึ้นในขั้นการสำรวจ
7. จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับการขยายมโนมติหรือหลักการออกไป
8. ถามคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติด้วยกันและความสัมพันธ์กับวัสดุอุปกรณ์เดิมที่จัดให้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 65) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. เป็นผู้วางแผน เลือกและจัดอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ในชั้นเรียน กำหนดเวลาและขั้นตอนการเรียนรู้

2. เริ่มบทเรียน โดยการสังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
3. สร้างปัญหา เพื่อนำไปสู่การค้นคว้า โดยพยายามให้นักเรียนนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
4. มอบหมายให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนที่จะแก้ปัญหา นั้น ๆ ให้ถู่วงด้วยตนเอง
5. ครูแนะนำ อุปกรณ์ วิธีใช้ และข้อควรระวังต่าง ๆ
6. ครูใช้คำถามอย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้ความสามารถขั้นสูงอย่างเหมาะสม และในขณะเดียวกันครูก็ต้องฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามถามครูในสิ่งที่ยังสงสัย โดยครูไม่จำเป็นต้องรับตอบคำถามของนักเรียนแต่ควรชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง
7. ครูควรสังเกตลำดับขั้นในการคิดหาเหตุผลของนักเรียน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อจำเป็น ด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาคำตอบได้ด้วยตนเองมากกว่าที่ครูจะแนะนำให้ทั้งหมด
8. ถ้าปัญหาโดยยากเกินไปนักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูก็ควรจะช่วยเหลือนักเรียน โดยเข้าร่วมเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มการทดลองนั้น ๆ
9. ครูควรให้กำลังใจนักเรียนมากกว่าการวิพากษ์วิจารณ์หรือทำโทษ
10. ครูควรพยายามชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนักเรียนจะได้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.4 ข้อดีและประโยชน์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบุลย์ (2537 : 126) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำ หรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่ และได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้ คือ

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีความตั้งใจดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ประจวบจิตร คำจตุรัส (2537 : 50) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้
2. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
3. ช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน
4. ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้จากภายในมากกว่าจากภายนอก
5. ทำให้ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับคงทน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้ดี
6. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้

จากที่กล่าวมาทั้งหมด พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นเป็นการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการค้นคิดแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและสติปัญญาเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผลกล้าแสดงความคิดเห็นโดยครูเป็นผู้ชี้แนะ ทำให้นักเรียนเกิดนิสัยการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเองได้อย่างมั่นใจ

2. เอกสารเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล

การเรียนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล เป็นรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีระบบและ

เหตุผลมากขึ้น โดยได้กำหนดลักษณะทักษะการคิดที่เห็นว่าจำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล และได้ศึกษารูปแบบการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลชนิดต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาจัดว่าเป็นขั้นสูงสุดของการเรียนรู้ การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และปฏิบัตการงานลุล่วงได้ด้วยดี แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล จึงเน้นการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีในอนาคต

การที่จะปลูกฝังและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหรือวิธีการคิดตามที่ต้องการดังกล่าว นั้น ต้องพิจารณาว่ามีลักษณะหรือประเภทการคิดชนิดใดที่ควรส่งเสริมหรือไม่ควรส่งเสริมเกี่ยวกับลักษณะหรือประเภทของการคิดโดยทั่วไป กาเย่ (Gagne, 1970 : 283) ได้จำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็นจากประสบการณ์ตรง จากสิ่งที่ได้ยินหรือได้ฟังมา หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการคิดต่อเนื่อง (associative thinking) จำแนกย่อยออกเป็น 5 ลักษณะ คือ

1.1 Free association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้วเมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

1.2 Controlled association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเองหรือเพื่อให้เกิดความพอใจในตน ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่

1.4 Night dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตน หรือเป็นการคิดฝัน เนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพื่อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดหมายจุดใดจุดหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creative thinking) คือการคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (diverge thinking) ไม่ซ้ำกันหรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ (association) กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อไปให้ระลึกถึงอื่น ๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิจารณ์ญาณ (critical thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล (reasoning thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสภาพการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

บุคคลจะคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายทั้งในลักษณะที่เป็นการคิดเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ และการคิดเชิงสร้างสรรค์นั้น บุคคลต้องรู้จักใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม ซึ่ง New Jersey Board of Higher Education ได้สรุปเกี่ยวกับความสามารถที่จำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายออกเป็น 5 ประการ คือ (สมเจตน์ ไวยากรณ์, 2530 : 16)

1. ความสามารถในการจำแนกรายละเอียดและกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับความสามารถในการกำหนดเป้าหมายและประเมินวิธีการในการแก้ปัญหานั้น
2. ความสามารถในการรู้จักและเลือกใช้เหตุผลแบบอนุมานและอุปมาน และรู้จักความไม่ถูกต้องของเหตุผล
3. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผลจากข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากข้อเขียน คำพูด ตารางหรือรูปภาพและสามารถโต้ตอบผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผล
4. ความสามารถในการเข้าใจ การสร้างและการใช้ความคิดรวบยอดตลอดจนการขยายความคิดอย่างกว้างขวาง
5. ความสามารถในการจำแนกข้อความจริงและความคิดเห็น

ทัศนะของ New Jersey Board of Higher Education ชี้ให้เห็นว่า การคิดวิจารณ์ญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการคิดแบบมีจุดมุ่งหมายนั้นต้องอาศัยความสามารถในการคิดอย่างมีระบบของเหตุผลเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการคิด ดังนั้นการที่จะส่งเสริมการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายได้นั้นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง

การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณนั้นเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นมี 7 ประการ คือ (Paul, 1993 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2544 : 58 - 59)

1. จุดหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด ได้แก่ การคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา หรือคิดเพื่อหาความรู้
2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้ หมายถึง ความสามารถระบุคำถามของปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้คำตอบ
3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล ข้อความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาควรมีความกว้าง ลึก ชัดเจน และมีความถูกต้อง
4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องมีความน่าเชื่อถือ ความชัดเจน ถูกต้อง และมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล
5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอาจรวมถึง กฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล และแนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบและต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย
6. ข้อเสนอพื้นฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสนใจในการตั้งข้อเสนอพื้นฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจได้ เพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล
7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ ต้องมีความคิดไกล มองถึงผลที่ตามมา รวมทั้งการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

2.1 ขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล

สมเจตน์ ไวยาการณ์ (2530 : 31 - 55) เห็นว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผลโดยใช้เนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติในโรงเรียนเป็นสื่อในการฝึกพฤติกรรมความคิดแบบวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า อาจจะทำได้โดยการให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ด้วยตนเองจากการใช้กิจกรรมที่เอื้อต่อการใช้พฤติกรรมความคิดแบบการวิเคราะห์สังเคราะห์ และประเมินค่า จากการที่ครูมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะมากกว่าเป็นผู้บอกเนื้อหาโดยตรง (Cue) นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียน (Participation) ครูต้องให้การเสริมแรง (Reinforcement) เกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน และมีการประเมินผลเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ในระหว่างที่การเรียนการสอนดำเนินการอยู่ โดยได้เสนอขั้นตอนของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนา

ความสามารถด้านการใช้เหตุผล ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนทักษะการคิดหาเหตุผลโดยใช้เนื้อหาวิชา เป็นสื่อ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน (Planning Stage) เป็นขั้นการใช้พฤติกรรมกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์ โดยการฝึกให้ผู้เรียนได้ทำการสำรวจ จำแนก และจัดลำดับเนื้อหาที่ต้องเรียนรู้
2. ขั้นการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation Stage) เป็นขั้นการใช้พฤติกรรมกรรมการคิดด้านการสังเคราะห์ โดยการฝึกให้ผู้เรียนทำการสังเคราะห์รายละเอียดเนื้อหาวิชา เพื่อสร้างความรู้รวบยอด ทั้งที่เป็นความรู้ในข้อเท็จจริงและความรู้ในวิธีดำเนินการ
3. ขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Implementation Stage) เป็นขั้นการใช้พฤติกรรมกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า โดยการฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ไปขยายใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ซับซ้อนกว่าเดิม รวมถึงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน
4. ขั้นการประเมินผล (Evaluation Stage) เป็นขั้นการใช้พฤติกรรมกรรมการคิดด้านการประเมินค่า ทั้งโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน และเกณฑ์ภายนอก โดยการฝึกให้ผู้เรียนทำการประเมินผลงานของตนเองที่ได้จากการทำงานในขั้นตอนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยที่การประเมินผลงานนั้นเป็นการประเมินทั้งในด้านความถูกต้องตามหลักวิชาการ รวมถึงคุณค่าในด้านประโยชน์และความเหมาะสมของการนำไปใช้

กนิษฐา อุ่นอนันต์ (2532 : 41 – 43) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลไว้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์นำ คือ ขั้นตอนที่ผู้เรียนค้นหาหัวข้อสำคัญในเนื้อหา จัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาที่จะเรียน และนำมาอภิปรายร่วมกับครู
2. ขั้นค้นคว้าสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น
 - 2.1 ผู้เรียนให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญนั้น ๆ
 - 2.2 ผู้เรียนวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการเพื่อหาความรู้ของหัวข้อสำคัญเหล่านั้น พร้อมกับนำมาอภิปรายร่วมกัน
 - 2.3 ผู้เรียนทดลองตามขั้นตอนดำเนินการที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้
 - 2.4 ร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองตามขั้นตอนดำเนินการ
 - 2.5 ผู้เรียนฝึกการนำขั้นตอนดำเนินการไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง

2.6 นำความรู้จากผลการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ โดยปรับความหมาย และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ คือ การนำความรู้ที่ได้ใหม่เป็นเกณฑ์ เพื่อพิจารณาหาเหตุผล ตัดสินในการแก้ปัญหาหรืออภิปรายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

กนกวรรณ โพธิ์ทอง (2537 : 113 - 114) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นที่จะนำไปสู่การกำหนดปัญหา โดยให้นักเรียนคิดและทำความเข้าใจในปัญหา เพื่อตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
2. ขั้นทดลอง ฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลอง
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตอบคำถามของปัญหา โดยการคิดพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
4. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ นำผลจากการทดลองมาอภิปราย เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

จากขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการสอนของ กนกวรรณ โพธิ์ทอง (2537 : 113 - 114) มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจากใบกิจกรรม
2. ขั้นทดลอง นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำการทดลองหรือปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทดลอง หรือจากปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม
4. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ ครูและนักเรียนนำผลจากการทดลองหรือจากปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมมาอภิปราย เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สำหรับกิจกรรมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ในส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำหลักการของ เอ็ดเวิร์ด และ เบอริโนซ์ (Edward and Bernice,

1984 : 53) มาใช้ ซึ่งได้เสนอหลักการสร้างแบบฝึกทักษะการคิดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และ เฟรนเคิล (Fraenkle, 1984 อ้างถึงใน นงนุช มาบุตร, 2532 : 53) ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐาน มาสร้างแบบกิจกรรมฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหาโดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุผลที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า...แล้ว...." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการวัด การสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

การเรียนรู้โดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล ที่ได้พัฒนามาจากหลักการดังกล่าวข้างต้น เป็นการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เนื้อหาวิชาเป็นสื่อ ควบคู่ไปกับการฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งหากการดำเนินการตามแบบพัฒนาดังกล่าวได้จัดกระทำมาครั้งแล้ว นอกจากผู้เรียนจะเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ตลอดจนการนำเนื้อหาวิชาไปใช้ในชีวิตประจำวันแล้ว สามารถคาดหวังได้ว่า ผู้เรียนจะมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล อันเป็นพื้นฐานของความสามารถในการใช้เหตุผลที่จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้ดียิ่งขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2.2 ความหมายและความสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล

วิลพร คำเพราะ (2539 : 53) กล่าวว่า คำว่า "การคิดอย่างมีเหตุผล" "การคิดเป็น" "การคิดวิเคราะห์วิจารณ์" และ "การคิดตามหลักวิทยาศาสตร์" ถือว่ามีความหมายเดียวกันทั้งสิ้น คือ ต่างก็ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน ซึ่ง จอห์น ดิวอี้ ได้กล่าวไว้ในปี ค.ศ. 1930 ดังนี้ คือ

1. สถานภาพของความสงสัย ลังเล ความซับซ้อนอย่างยุ่งยากใจ ซึ่งจะเป็นตัวกำเนิดของข้อ 2
2. การสืบเสาะ ค้นคว้า ค้นหา ถามไถ่ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล ความรู้ หรือ คำตอบที่จะช่วยให้หายสงสัย ผ่อนคลายจากความงุนงง ยุ่งยากใจและคลี่คลายความซับซ้อนต่าง ๆ ได้

สำหรับความหมายของ ความคิดอย่างมีเหตุผลนั้น มีผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดนิยามในหลาย ๆ ลักษณะทุกนิยามล้วนมีความถูกต้อง แต่ไม่มีนิยามใดสามารถอธิบายความหมายของ ความคิดอย่างมีเหตุผลได้สมบูรณ์ที่สุด

เพียเจต์ (Piaget, 1962 : 58) กล่าวว่า การคิด หมายถึง การกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์ที่มีอยู่ กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้ความคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าว จะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

ฮิลการ์ด (Hilgard, 1962 : 129) ให้ความหมายว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวคิด (Idea) หรือ จิตใจ (Mind)

กู๊ด (Good, 1973 : 345) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้

เธอร์สโตน (อ้างถึงใน วัชรินทร์ บุญมาทิต, 2532 : 81) ได้อธิบายว่า การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นสมรรถภาพที่สำคัญอันหนึ่งในสมรรถภาพทั้ง 7 ที่รวมกันเป็นความสามารถทางการคิดพื้นฐาน (Primary Mental Ability) สมรรถภาพทั้ง 7 ได้แก่ สมรรถภาพทางด้านตัวเลข ภาษา ความจำ ความคล่องในการใช้คำ การคิดอย่างมีเหตุผล มิติสัมพันธ์ และการรับรู้

ศิริราม จายาสวิล (อ้างถึงใน อริยา คูหา, 2545 : 41) อธิบายว่า การคิด เป็นปฏิกริยาของจิตมนุษย์ ซึ่งช่วยให้แต่ละบุคคลสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม และยังช่วยให้

แต่ละบุคคลเกิดความพยายามบรรลุถึงสัมฤทธิ์ผลในจุดหมายที่เขาต้องการ ดังนั้น การคิดจึงนำไปสู่การกระทำและการปฏิบัติที่ดีขึ้นกว่าเก่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 156) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Thinking) คือ ความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่าง ๆ เช่น กิจกรรมการเรียนเรื่องการสร้างเขื่อน หรือ การพัฒนาด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นประเด็นโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน ไม่ใช่ใช้ความรู้สึกหรือใช้อารมณ์ในการตัดสินใจว่าจะดำเนินการพัฒนาหรือไม่อย่างไร

จากเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล พอสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ และสามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้ ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น เป็นการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการวิเคราะห์อันเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนนำไปใช้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ทิตนา แชมมณี (2544 : 141-144) กล่าวว่า การที่บุคคลจะเติบโตขึ้นเป็นคนที่คิดเก่งนั้น คงจะต้องเริ่มตั้งแต่วัยเด็ก เด็กควรจะได้รับ การส่งเสริมสนับสนุนให้ใช้ความคิดและแสดงความคิด และการแสดงความคิดเห็นจะต้องประกอบไปด้วยการใช้เหตุผลที่เหมาะสม เด็กควรจะได้เรียนรู้การคิดอย่างมีเหตุผล เพราะหลักเหตุผลเป็นหลักสำคัญของการคิดทั้งปวง ซึ่งลักษณะของการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้นได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 ลักษณะของการคิดอย่างมีเหตุผล

จุดมุ่งหมายของการคิด	วิธีคิด	ตัวบ่งชี้ลักษณะการคิด
เพื่อให้เข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักของเหตุผล	<ol style="list-style-type: none"> 1. จำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกัน 2. พิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผล <ol style="list-style-type: none"> 2.1 แบบนิรนัย คือ คิดจากหลักทั่วไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย ๆ 2.2 แบบอุปนัย คือ คิดจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ ไปสู่หลักการทั่วไป 	<p>ตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้ 2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัย หรืออุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง 3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง

เพียเจต์ เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส เป็นผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพัฒนาการของเด็ก และมีความเห็นเกี่ยวกับเด็กว่า คือ ผู้ที่พยายามศึกษาสำรวจโลกของตนเองทั้งที่เป็นวัตถุสิ่งของและบุคคล จากการที่เด็กได้มีโอกาสปะทะสัมพันธ์ (interaction) กับสิ่งแวดล้อมรอบข้าง ทำให้เด็กเกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและมีพัฒนาการไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดสามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ดังนั้นสื่อเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการด้านสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเราได้มีโอกาสปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งทำให้เริ่มรู้จักตนเอง (self) ซึ่ง เพียเจต์ กล่าวว่า แรกทีเดียวเด็กเล็ก ๆ ไม่สามารถแยกตนเองออกจากสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากประสบการณ์การมีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้น เพียเจต์ ได้กระตุ้นให้มีความสนใจกับขั้นตอนการพัฒนาการโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจ (พรรณี ข.เจนจิต อ่างถึงใน อาคม กำแพงเศรษฐ, 2534 : 11 - 12) ได้กล่าวว่า มีความเชื่อมั่นว่าเป้าหมายของการพัฒนาการนั้นคือ

1. ความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม
2. ความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

ซึ่ง เพียเจต์ เรียกความสามารถในการใช้สมองในระดับนี้ว่า operation ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของพัฒนาการทางสติปัญญา ลักษณะสำคัญของ operation คือ ความสามารถที่เด็กจะคิดย้อนกลับได้ (reversibility) คือ สามารถคิดย้อนกลับระหว่างจุดสุดท้ายกับจุดเริ่มต้นได้

2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ" (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545 : 3) ซึ่งหมายถึงการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดระดับสูงนั่นเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 :155 - 156) กล่าวว่า ความคิดขั้นสูง (Higher - ordered Thinking) เป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียนเพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่าง ๆ ความคิดขั้นสูง ประกอบด้วยความคิดในด้านต่าง ๆ คือ

1. ความคิดวิเคราะห์ (analytical thinking)
2. ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (critical thinking)
3. ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking)
4. ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (logical thinking)
5. ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific thinking)

จะเห็นได้ว่า ความคิดอย่างเป็นเหตุผล เป็นส่วนหนึ่งของความคิดขั้นสูง ซึ่งในการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น ฉันทนา ภาคบังข (2528 : 59) และ วิชัย วงศ์ใหญ่ (2532 : 20) มีความเห็นตรงกันว่า การกำหนดเนื้อหาต้องเน้นเฉพาะประเด็นสำคัญ

และความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกคิดมากขึ้น จะได้นำเวลาไปฝึกฝนด้านการคิดแทน การจดจำรายละเอียดต่าง ๆ และ พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2543 : 15) กล่าวว่า ความคิดที่ดี ที่เป็นระบบก็จะช่วยส่งผลให้ความสามารถในการรับรู้ข้อมูลใหม่ หรือการจดจำข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กระบวนการคิด เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสม การคิดจะมีคุณภาพได้ก็จะต้องได้รับพื้นฐานทางด้านข้อมูลข่าวสารที่ดีที่เชื่อถือได้ ดังนั้นความสามารถในการรับรู้ และความสามารถในการจดจำข้อมูล จึงเป็นองค์ประกอบที่สนับสนุนให้กระบวนการคิดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2543 : 16 - 18) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาความคิดแบบง่าย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน การกำหนดปัญหาให้ชัดเจนเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ที่จะช่วยให้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาในลำดับต่อมาเป็นไปอย่างถูกต้อง เป็น การกำหนดเป้าหมายของการคิดที่ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 2 คิดหาคำตอบที่หลากหลาย เมื่อกำหนดประเด็นปัญหาชัดเจนแล้ว ให้ นักเรียนคิดหาคำตอบ หรือแนวทางของคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้มาหลาย ๆ คำตอบ หรือหลาย ๆ แนวทาง

ขั้นตอนที่ 3 คิดพิจารณา ไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ และสมเหตุสมผลเพื่อดูว่าในหลาย ๆ คำตอบจากขั้นตอนที่ 2 นั้น คำตอบใดน่าจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด คำตอบใดน่าที่จะตัดทิ้งไปได้ การคิดในขั้นนี้ จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิม หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุด เพื่อประกอบการพิจารณาอย่างสมเหตุสมผล ข้อมูลที่ได้มา จะต้องเป็นข้อมูลที่ทั้งกว้าง ทั้งลึก มีความชัดเจน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และเพียงพอที่จะใช้เป็นพื้นฐานประกอบการตัดสินใจ

ขั้นตอนที่ 4 คิดตัดสินใจว่าจะใช้คำตอบหรือแนวทางใดในการแก้ปัญหา บางครั้ง อาจต้องมีการทดลองเพื่อพิสูจน์

ในการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดนั้น ครูจะต้องมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการคิด และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดก่อน จึงจะส่งผลให้นักเรียน

มีการพัฒนาความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่ วิชัย วงศ์ใหญ่ (2532 : 20) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อการศึกษา คือ

1. ก่อนที่จะสอนต้องศึกษาเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชา และโครงสร้างของวิชานั้น ๆ เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับสาระที่จะนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่แท้จริง
2. ต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนอย่างดีเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียนในด้านวัย ความพร้อม ความสนใจ ความต้องการ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. การจัดประสบการณ์การเรียนพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหา ส่งเสริมความคิดริเริ่ม รวมทั้งกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิด
4. ต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดศรัทธาความชอบที่จะเรียนรู้

2.4 ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล

นักการศึกษาส่วนใหญ่มีทัศนะว่า การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา พร้อมทั้งเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งจำเป็นและต้องการทำให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวเท่าที่ผ่านมา ผลของการจัดการศึกษายังคงเป็นไปในลักษณะที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น โดยการพยายามกำหนดทักษะการคิดที่เห็นว่าจำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลว่าควรจะมีลักษณะเช่นไร และใช้รูปแบบการฝึกอย่างไร จึงจะทำให้เกิดทักษะนั้น ๆ

เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนี้ ลิพแมน จาคอป และโคลแมน (Lipman Jacobs and Coleman, 1950 อ้างถึงใน กนกพร งามแสง, 2541 : 29 - 30) ได้กำหนดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในระดับมหาวิทยาลัยไว้ดังนี้

- 1) ทักษะการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการค้นหา การจัดกลุ่ม ตัวอย่าง และการขยายความ
- 2) ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ ประกอบด้วยทักษะในการจำแนกความเหมือน ความแตกต่าง โดยการให้หลักการทางตรรกวิทยาและข้อมูลประกอบทักษะในการพิจารณาและสร้างระบบความสัมพันธ์
- 3) ทักษะในการใช้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ความคงเส้นคงวา ความเที่ยงตรง ความสมบูรณ์ของปรากฏการณ์และความจริงตามนิยาม

- 4) ทักษะในการสรุปอ้างอิงอย่างเป็นแบบแผน ทั้งที่เป็นการสรุปจากเงื่อนไขตลอดจนการสรุปอย่างไม่เป็นแบบแผน
- 5) ทักษะในการกำหนดสาเหตุหลาย ๆ ทางตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยการพิจารณาหลายมิติ หรือพิจารณาย้อนกลับ
- 6) ทักษะในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเห็นและกรอบทฤษฎี
- 7) ทักษะในการสร้างหลักการเชิงเหตุผล ได้แก่ ทักษะในการสร้างคำถาม การให้เหตุผล การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อยุติ
- 8) ทักษะในการสร้างทฤษฎี

2.5 ชนิดของทักษะในการเรียนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล

การเรียนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล เป็นแนวทางในการส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลชนิดต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2541 : 44) กล่าวไว้ว่า "การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ความคิด จะนำไปสู่การแก้ปัญหา" การเรียนโดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล จึงเป็นการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ปราณี ทองคำ (2543 : 69) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนทักษะการคิด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นของการเสนอปัญหา ประเด็นสถานการณ์ เพื่อเป็นสิ่งเร้าให้คิด
- ขั้นที่ 2 การจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดโดยอาศัยสภาพการณ์ต่าง ๆ ในการสนับสนุนการฝึก ได้แก่

- 1) กิจกรรมการคิดอธิบาย นิยาม รวบรวมข้อมูล ยกตัวอย่าง จำแนกประเภท จัดกลุ่มวิเคราะห์ ประยุกต์หลักการ ตั้งสมมติฐาน ฯลฯ

- 2) การสนับสนุนการฝึกทักษะการคิด ครูใช้คำถาม ให้เวลาในการคิด สร้างสถานการณ์ที่เหมาะสม ใช้เครื่องมือแนะขั้นตอนการคิด ช่วยกันคิด ครอบอกแหล่งข้อมูล

- ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้นักเรียนบอกผลการศึกษา

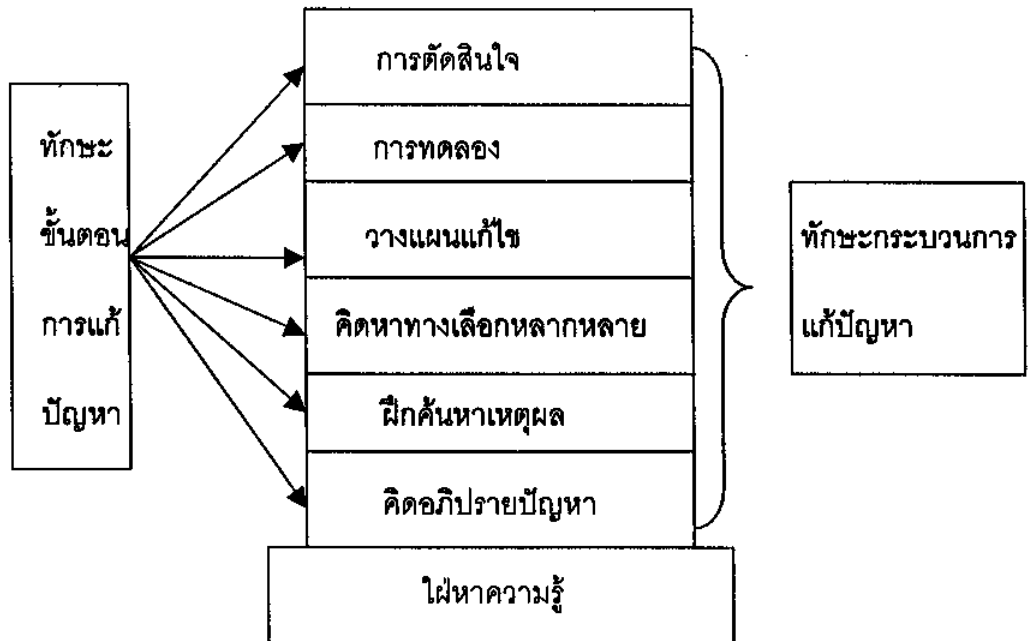
- ขั้นที่ 4 การเปิดโอกาสให้นักเรียนปฏิบัติการณ์ทดลองในการใช้กระบวนการคิด

- ขั้นที่ 5 การประเมินผลวิธีการ หรือกระบวนการคิดของนักเรียน

ฉันทนา ภาคบงกช (อ้างถึงใน กนกวรรณ โพธิ์ทอง, 2537 : 38 - 40) ได้จัดกลุ่มทักษะการคิดออกเป็น 7 ทักษะ โดยมุ่งส่งเสริมทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาและอาจดัดแปลงให้เหมาะสมตามวัยของผู้เรียนได้ แต่ละทักษะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ใฝ่หาความรู้ ฝึกให้ผู้เรียนสนใจใฝ่หาความรู้ทั้ง การฟัง การคิด การถามและการเขียน เพื่อแสวงหาความรู้
2. คิดอภิปรายปัญหา เป็นทักษะขั้นต้นของการแก้ปัญหาสิ่งแรกที่ต้องกระทำเมื่อเผชิญปัญหา คือ การพยายามทำความเข้าใจในปัญหาอย่างถ่องแท้ ถ้าเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาอาจจะต้องอาศัยประสาทรับรู้ทั้ง 5 เพื่อสังเกตแยกแยะ และตีความหมายส่วนต่าง ๆ ของปัญหาให้กระจ่าง เพื่อไม่ให้มองปัญหาผิดพลาด อาจต้องใช้การบรรยาย การอธิบายเหตุผล การหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตลอดจนคาดคะเน และอภิปรายสรุป เพื่อช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของปัญหา
3. ฝึกค้นหาเหตุผล เป็นทักษะที่ต่อเนื่องจากข้อ 2 ในกรณีที่ปัญหามีความซับซ้อน อาจต้องอาศัยการคิดแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา อาจต้องใช้ทักษะการเรียงลำดับ เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ ลงความเห็นและอาจต้องประเมินสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
4. คิดหาแนวทางหลากหลาย ฝึกความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าต่าง ๆ ควบคู่กับการมองหาแนวทางในการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน
5. วางแผนแก้ไข เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและทบทวนแผนงาน โดยมีการออกแบบการทดลอง ควบคุมตัวแปร
6. ทดลอง เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทดลอง เช่น การทบทวนขั้นตอนในการทดลอง การใช้เครื่องมือ การสังเกต และรายงานสิ่งที่สังเกต เช่น สังเกตความเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ทดลอง ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และบันทึกอย่างเที่ยงตรง ฝึกรวบรวมข้อมูลแล้วจำแนกแยกแยะ จัดลำดับ หรือค้นคว้าหาสิ่งที่ขาดหายไป ฝึกการยอมรับหรือปฏิเสธ สมมติฐาน โดยแสดงผลประกอบ และการสรุปบันทึกการทดลองสมมติฐาน
7. การตัดสินใจ เป็นทักษะการวัด หรือประเมินการทดลองสมมติฐาน โดยอาศัยเหตุผล และความคิดละเอียดอ่อนเกี่ยวกับค่านิยมเป็นหลัก แล้วสรุปเป็นผลของการแก้ปัญหา

ทักษะต่าง ๆ ของการเรียนรู้โดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล
สามารถแสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ทักษะต่าง ๆ ของการเรียนรู้โดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล

จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน แต่ละขั้นจะประกอบด้วย ทักษะย่อยจำนวนมากมาย จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ เป็นลักษณะรูปแบบการจัดกระบวนการสอนที่ใช้สถานการณ์ ของจริง และ / หรือ ภาพที่อิงเนื้อหาวิชาเป็นสื่อกลาง ประกอบด้วยกิจกรรมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล และการอภิปรายร่วมกัน อันเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ในส่วนที่เป็นข้อเท็จจริงหรือความรู้ตามทฤษฎีและความรู้ในวิธีดำเนินการ

3. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่ง คือ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียน สามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา (สสวท., 2545 : 150)

การแก้ปัญหา เป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน คนทุกคนจึงเป็นนักแก้ปัญหา แต่มิได้หมายความว่าทุกคนจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีหรือรู้วิธีในการแก้ปัญหาในบางครั้งเมื่อเกิดปัญหาหรือความยุ่งยากขึ้น คนบางคนอาจแก้ปัญหานั้นโดยการเลือกทางออกแรกที่เกิดขึ้นหรือทางออกที่ง่ายที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ใช่ทางเลือกที่ให้ผลดีที่สุดในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลดีที่สุดนั้น ควรจะมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วย เช่น ระดับความสามารถของเขาวัดปัญญา การเรียนรู้ การรู้จักคิดแบบมีเหตุผล และประสบการณ์เดิม (กมล เฟื่องฟุ้ง อ้างถึงใน วิชชุตา งามอักษร, 2541 : 30) ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การฝึกฝนอยู่เสมอ ย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กแน่นอน

ความหมายของ "ปัญหา" นั้น ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 67) ได้ให้ความหมายว่า ปัญหา หมายถึง เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินงาน ซึ่งคนเราและสัตว์ ไม่สามารถตอบสนองตามที่เคยเรียนรู้มาแล้วได้ จำเป็นต้องศึกษาสาเหตุของปัญหานั้น ๆ และกำจัดปัญหาเหล่านั้นด้วยกระบวนการที่เหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 150) ได้ให้ความหมายว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้ว ไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้ว ไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

นักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะการแก้ปัญหาไว้ พอสรุปได้ดังนี้

กาเย่ (Gagne', 1970 : 63) ได้อธิบายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ อย่างหนึ่ง ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกัน ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกัน จนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่ เรียกว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภท มโนคติ ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้อีกประเภทหนึ่ง ที่ต้องอาศัยความสามารถ ในการมองเห็นลักษณะที่สัมพันธ์กันของสิ่งเร้าทั้งหมด

บรองค์ เอกสเตรน และโดมีโนสกี (Bournc, Ekstrand and Dominoski, 1971 : 44) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิดจากประสบการณ์ก่อน ๆ และส่วนประกอบของสถานที่ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่ เพื่อผลของความสำเร็จใน จุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

อายร์ เชน อูเบอร์ก และเบิร์น (Eysenck , Wuraburg and Berne, 1972 : 44) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ในการพิจารณา สังเกต ปรากฏการณ์ และโครงสร้างของปัญหา รวมทั้งต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

กู๊ด (Good , 1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือการแก้ปัญหา นั่นเอง การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยากลำบากยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจข้อมูลที่สามารถได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

กาญจนา ลากวย (2532 : 32) ได้ให้ความหมายการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหา คือ การดำเนินการเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และความคิด มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ (2544 : 43) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่าง ๆ ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มโนคติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทางปัญญา ที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผลและจินตนาการ เพื่อหาแนวปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และการได้มาซึ่งความรู้ใหม่

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือ การดำเนินการ ที่มีแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อนโดยต้องอาศัยสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ และความคิดมาใช้ในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

3.1 หลักการและขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบต้องใช้เวลา ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุม หลายวิธีการแล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุด มีทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง (จักรทอง บำจรรยา อ่างถึงโน วรรณภา โพธิ์สอาด, 2542 : 22) ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นมีมากมายและมีลักษณะขั้นตอนแตกต่างกันออกไป ดังนี้

สุวิมล เขียวแก้ว (2540 : 67 - 68) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป มีดังนี้

1. พิจารณาเรื่องราวที่เป็นปัญหาโดยจำแนกเป็น 2 พวก คือ
 - 1.1 ความจริง ได้แก่ ข้อมูลจากสิ่งที่เกิดขึ้น และมีหลักฐานแน่นอน
 - 1.2 ความเห็น ได้แก่ ข้อคิดซึ่งพิจารณาจากข้อมูลที่ประมวลมาได้
2. วิเคราะห์ปัญหาให้แน่ชัดเป็น " ปัญหาเฉพาะหน้า " ซึ่งเป็นปัญหาเร่งด่วน หรือเป็น " ปัญหารอง " ซึ่งอาจเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุของปัญหาเฉพาะหน้าได้
3. พิจารณาข้อมูล หาข้อยุติ หรืออาจต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้

อาจกล่าวได้ว่า การแก้ปัญหา นั้นต้อง

1. ศึกษาปัญหาอย่างถ่องแท้
2. รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอ
3. เลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมที่สุด

อุษณีย์ โพธิ์สุข และ คณะ (2544 : 44 - 45) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาว่าประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ คือ

1. ชี้นำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาดังสภาพของปัญหาว่าเป็นอย่างไร ปัญหาเกิดจากอะไรบ้าง ซึ่งเป็นการค้นหาปัญหาที่อาจจะเป็นไปได้ให้มากที่สุด ที่คิดว่าจะสามารถเป็นไปได้
2. ชี้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการศึกษวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ ให้รู้ต้องแท้ว่า ปัญหาที่ต้องการที่แท้จริงที่ต้องการแก้ไขคืออะไรกันแน่ หรือ อะไรบ้างที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง ถ้าไม่รู้จักตัวปัญหาที่แท้จริง จะทำให้การทำงานปราศจากจุดมุ่งหมาย ไม่รู้ว่าจะทำเพื่ออะไร
3. ชี้นระบุปัญหา เป็นการนำเอาปัญหาที่เป็นสาเหตุแท้จริงมาเป็นจุดสำคัญในการศึกษา
4. ชี้นกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมาย เพื่อการแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงไร มีคุณค่าสูงต่ำเพียงไร ในการกำหนดวัตถุประสงค์นั้น จะต้องเขียนให้ชัดเจนแจ่มแจ้ง สามารถมองเห็นภาพการกระทำได้
5. ชี้นตั้งสมมติฐาน เป็นการเสนอแนวทางและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาที่อาจจะสามารถทำให้การแก้ปัญหานั้นสำเร็จลงได้
6. ชี้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตั้งสมมติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหา
7. ชี้นสรุปผล
8. ชี้นนำไปใช้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 151 - 152)

ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ต้องแท้ในประเด็นต่าง ๆ คือ (1) ปัญหาตามว่าอย่างไร (2) มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และ (3) มีเงื่อนไข หรือ ต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างดี จะช่วยให้ขั้นตอนต่อไป ดำเนิน