

บทบาทของคอมพิวเตอร์ จากเครื่องมือช่วยสอนสู่เครื่องมือทางปัญญา

Computer Roles: from Teaching Tools to Cognitive Tools

ณัฐกร สงคราม

บทนำ

เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนนานกว่าศตวรรษ นับตั้งแต่ยุคของวิทยุ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ สื่อการสอนแบบโปรแกรมและพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAD) ที่คอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนการสอน และต่อเนื่องมาถึงยุคของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) ในปัจจุบันที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสามารถเชื่อมโยงโลกเข้าไว้ด้วยกัน คอมพิวเตอร์ก็ยังมีบทบาทสำคัญต่อวงการศึกษามาก เพราะทำให้โลกกลายเป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ที่อัดแน่นไปด้วยข้อมูลและสื่อการเรียนการสอนหลากหลายรูปแบบที่ใครก็สามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความต้องการของตนเอง

ในยุคแรกๆ นักการศึกษาส่วนใหญ่จะมุ่งความสำคัญไปที่การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อเป็นสื่อที่ถ่ายทอดเนื้อหาไปยังผู้เรียน และทำหน้าที่สอนเช่นเดียวกับครูผู้สอนที่ทำการสอน (การบอกหรือถ่ายทอดความรู้) บทบาทของคอมพิวเตอร์จึงเป็นแค่การขนส่งบทเรียนไปสู่ผู้เรียน เช่นเดียวกับรถบรรทุกขนส่งสิ่งของหรือสินค้า (Deliver) ไปสู่ซูเปอร์มาร์เกต (Clark, 1993 อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ และอิสรา ก้านจักร, ๒๕๔๕) คำถามที่ตามมาคือ “จริงๆ แล้วคอมพิวเตอร์ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือไม่?” และ “ควรออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างไรจึงจะเอื้อต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง” (Li, 2005)

กระทั่งช่วงศตวรรษที่ ๑๙๕๐ ได้มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ใช้คอมพิวเตอร์ในฐานะเป็น “เทคโนโลยีเพื่อการสอน” มาสู่แนวคิดของการใช้ “เทคโนโลยีเพื่อการเรียน” ผู้เรียนควรจะใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนหรือการสร้างความรู้ของตนเอง แทนที่จะเป็นเพียงแค่สื่อในการขนส่งบทเรียนแทนครูผู้สอน คอมพิวเตอร์ควรจะทำหน้าที่ในการช่วยลดข้อจำกัดหรือภาระทางปัญญาของผู้เรียน เช่น ข้อจำกัดด้านความจำ ความคิด และการแก้ปัญหา (Pea, 1985) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้พลังทางปัญญาอย่างเต็มที่เพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมาย แนวคิดดังกล่าว นิยามบทบาทของคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของเครื่องมือทางปัญญาหรือคอกนิตีฟูล (Cognitive Tools) เพราะเชื่อว่าจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนอย่างแท้จริง

ความหมายของเครื่องมือทางปัญญา

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในการศึกษาหลากหลายวิธี โดยเฉพาะการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนซึ่งถือได้ว่ามีบทบาทอย่างมากในปัจจุบันเมื่อเทียบกับสื่อชนิดอื่นทั้งหมด หากพิจารณาตามการใช้งานของผู้เรียนแล้ว เราสามารถแบ่งลักษณะของการใช้คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนได้เป็น ๒ รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ ๑ การเรียนจากคอมพิวเตอร์ (Learning *from* Computer) ซึ่งเป็นรูปแบบดั้งเดิมที่มีมานาน โดยได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม ผู้เรียนจะเรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดเนื้อหาแทนหรือเสริมครูผู้สอน สื่อในรูปแบบนี้ที่เราคุ้นเคยกันดีก็คือสื่อประกอบการบรรยาย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไลน์นิ่งอ็อบเจ็ค (Learning Object) ซึ่งออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาให้ใกล้เคียงกับการถ่ายทอดจากครูผู้สอนในห้องเรียน

รูปแบบที่ ๒ การเรียนกับคอมพิวเตอร์ (Learning *with* Computer) เป็นแนวคิดใหม่ที่เริ่มใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธิปัญญานิยมและกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยการวิเคราะห์ เข้าถึง และตีความข้อมูล รวมทั้งจัดระบบโครงสร้างความรู้ของผู้เรียน ลักษณะเช่นนี้คอมพิวเตอร์จะกลายเป็น “เครื่องมือทางปัญญา” ที่จะช่วยกระบวนการคิดของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ นักการศึกษากล่าวว่าเมื่อคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้โดยผู้เรียนเพื่ออธิบายสิ่งที่พวกเขาารู้ กระบวนการนี้จะทำให้พวกเขาเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการเรียนรู้ระดับสูง (Higher-order Learning) ในสิ่งที่พวกเขากำลังศึกษา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เครื่องมือเหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่พวกเขาเรียนรู้และเรียนรู้ในวิธีที่มีความหมายและแตกต่างออกไป (Jonassen, Carr and Yuch, 1998; Reeves, 1999)

นักวิชาการต่างประเทศได้นิยามความหมายของเครื่องมือทางปัญญาไว้หลายท่าน เช่น Pea (1985) กล่าวว่า “เครื่องมือทางปัญญาเป็นเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่เตรียมไว้เพื่อช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการจัดกระทำกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processing)” ในขณะที่ Kommers, Jonassen and Mayes (1992) ได้เสริมว่า “เครื่องมือทางปัญญาจะช่วยขยายกรอบความคิดของผู้เรียน โดยเอาชนะข้อจำกัดทางด้านความคิด รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างวิธีการคิดของผู้เรียน”

ความหมายที่แท้จริงแล้ว เครื่องมือทางปัญญาไม่ได้หมายถึงคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียวแต่ยังรวมถึงแนวคิดและวิธีการอื่นที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการคิดของผู้ที่ใช้ ดังเช่น Jonassen and Reeves (1996) ให้ความหมายว่า “เครื่องมือทางปัญญา คือเทคโนโลยีใดก็ตามที่ช่วยพัฒนาพลังทางปัญญา (Cognitive Powers) ของผู้เรียนในการคิด การแก้ปัญหา และการเรียนรู้” เช่นเดียวกับที่ Shim and Li (2006) กล่าวว่า “เครื่องมือทางปัญญา คือเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์และสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทำหน้าที่เสมือนผู้ร่วมงานทางปัญญาของผู้เรียนเพื่อที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ที่มีความหมาย” สำหรับในประเทศไทย ใจทิพย์ ฌ สงขลา (๒๕๕๐) ให้ความหมายว่า “เครื่องมือทางปัญญาเป็นทั้งความคิดและเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยขยายต่อเติมหรือจัดองค์ประกอบความรู้ใหม่ ช่วยให้ผู้เรียนก้าวพ้นขอบจำกัดของความคิด และช่วยสนับสนุนการรู้หรือโครงสร้างวิธีการคิดของผู้เรียนได้ใหม่ รวมทั้งช่วยสนับสนุนกระบวนการทางปัญญาของผู้เรียนด้วยจัดการงานที่ซ้ำซากน่าเบื่อแทนผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีอิสระและเวลามากพอที่จะมุ่งกับความคิดขั้นสูง ช่วยผู้เรียนในการสร้างสมมติฐานและทดสอบในบริบทของการแก้ปัญหา”

จากนิยามที่กล่าวมา การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือทางปัญญา จึงหมายถึง “การนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้หรือพัฒนาเป็นเครื่องมือสำหรับผู้เรียนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและสนับสนุนกระบวนการทางปัญญาหรือการคิดระดับสูง โดยเครื่องมือดังกล่าวจะช่วยลดข้อจำกัดทางความคิดของผู้เรียน ช่วยขยายและต่อเติมกรอบความคิด รวมทั้งปรับเปลี่ยน โครงสร้างวิธีการคิดให้กับผู้เรียน”

ความสำคัญของเครื่องมือทางปัญญาต่อการเรียนการสอน

เครื่องมือทางปัญญามีความสำคัญอย่างไร เรามาพิจารณาจากที่ Jonassen (1996 อ้างถึงใน พรรณราย เทียมทัน, ๒๕๔๕) ได้กล่าวถึงเหตุผลสำคัญ ๒ ด้าน ที่สมควรจะนำเครื่องมือทางปัญญาไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

๑. เหตุผลทางทฤษฎี

เครื่องมือทางปัญญาจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีศักยภาพเพิ่มขึ้นจากการสร้างความรู้ของตนเองมากกว่าการซึมซับจากความรู้ของผู้สอน การเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้มีลักษณะสำคัญคือ เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยตรง (Active) มีการสะสมความรู้ (Cumulation) มีการบูรณาการ (Integration) มีการแสดงออก (Reflective) มีจุดมุ่งหมายนำทาง (Goal-directed) และมีความมุ่งหวังที่แน่ชัด (Intentional) โดยมีรายละเอียด คือ

- การสร้างความรู้ (Knowledge Construction) ตามแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ วิธีการสร้างความรู้ของผู้เรียนจะขึ้นอยู่กับสิ่งที่พวกเขาเรียนรู้มาแล้ว ซึ่งก็คือประสบการณ์ที่พวกเขามี ผู้เรียนจะจัดระบบระเบียบประสบการณ์เข้ากับ โครงสร้างความรู้และความเชื่อที่เขาใช้ในการแปลความหมายสิ่งต่างๆ และเหตุการณ์ที่เขาได้พบในความเป็นจริง เครื่องมือทางปัญญาจะเป็นเครื่องมือสำหรับช่วยผู้เรียนจัดระบบระเบียบและสร้างตัวแทนสิ่งที่พวกเขา

- การคิดอย่างไตร่ตรอง (Reflective Thinking) คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนการคิดอย่างไตร่ตรอง ทำให้เราเข้าใจถึงสิ่งที่เราเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และสนับสนุนการสร้างสิ่งที่เรารู้ คอมพิวเตอร์จะทำให้ผู้ใช้ได้สร้างความรู้ใหม่โดยการเพิ่มสิ่งที่เป็นตัวแทนความรู้ใหม่ ปรับแต่งของเดิมและเปรียบเทียบของใหม่กับของเก่า เครื่องมือทางปัญญาจะเป็นสิ่งที่ผู้เรียนใช้เพื่อสนับสนุนการคิดแบบไตร่ตรองที่เป็นบริบทของการเรียนรู้ อันจะนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองในที่สุด

๒. เหตุผลทางการศึกษา

การนำเครื่องมือทางปัญญาไปใช้ในการศึกษา ก็เพื่อจุดมุ่งหมายต่อไปนี้

- ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกระทำทางปัญญา (Cognitive Processing Tools) ในระยะหลังๆ ระบบการเรียนมุ่งเน้น ไปในแนวพุทธิปัญญามากขึ้น จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับเขาว์ปัญญาของผู้เรียนและมุ่งไปที่ตัวผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีความหมาย ทำให้เกิดการศึกษากับการสร้างความรู้ของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้ดีขึ้น และประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่นั้นเข้ากับสถานการณ์ได้ ซึ่งนอกจากการออกแบบระบบการเรียนให้ช่วยส่งเสริมการคิดของผู้เรียนได้แล้ว ยังสามารถใช้เครื่องมือทางปัญญาที่มีประสิทธิภาพเข้าไปสนับสนุนการคิดอย่างมีความหมายได้

- การเป็นเครื่องมือที่ไม่มีความฉลาด ((Un)intelligent Tools) บทบาทที่เหมาะสมสำหรับคอมพิวเตอร์นั้น ไม่ใช่เป็นเครื่องมือสำหรับครูหรือผู้เชี่ยวชาญ แต่ควรจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายความคิดหรือกระบวนการทางปัญญา คอมพิวเตอร์ควรจะถูกใช้ เป็นเครื่องมือที่ไม่ฉลาด โดยที่ต้องขึ้นอยู่กับผู้เรียนที่จะเตรียมความคิดนั้นเอง ไม่ใช่คอมพิวเตอร์เป็นผู้จัดการ ซึ่งหมายความว่า การวางแผน การตัดสินใจ และการควบคุมการเรียนนั้นเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้เรียนเอง ส่วนคอมพิวเตอร์จะเป็นตัวกระตุ้นที่มีศักยภาพมากพอที่จะเอื้อให้เกิดทักษะเหล่านี้ โดยการสันนิษฐานว่าผู้เรียนใช้วิธีนี้ในการส่งเสริมการแสดงออก การอภิปราย และการแก้ปัญหา

- ใช้เป็นเครื่องมือร่วมกันทำงานทางปัญญา (Cognitive Partnership Tools) คอมพิวเตอร์อาจจะทำหน้าที่เป็นเทคโนโลยีทางปัญญา (Cognitive Technologies) สำหรับการขยายเพิ่มความคิดและการจัดระบบระเบียบใหม่ในวิธีการคิดของผู้เรียน ยิ่งไปกว่านั้นคอมพิวเตอร์สามารถทำหน้าที่เป็นผู้ร่วมงานทางพุทธิปัญญาในการดำเนินงานร่วมกัน ผู้เรียนจะรับผิดชอบในการเรียกใช้ (Recognize) ข้อมูลและตัดสินใจเลือกข้อมูล แล้วจึงจัดระบบระเบียบข้อมูล ในขณะที่คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่คำนวณ เก็บและดึงข้อมูลออกมา

รูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือทางปัญญา

จากการรวบรวมแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของเครื่องมือทางปัญญา สามารถจำแนกได้ใน ๓ ลักษณะ ดังต่อไปนี้

๑) **จำแนกตามหน้าที่การทำงาน** ตามแนวคิดของ Lajoie (1993 อ้างถึงใน Liu, Williams and Pedersen, 2002) ที่กล่าวว่าเครื่องมือทางปัญญาเป็นเครื่องมือใดก็ตามที่ทำหน้าที่ช่วยผู้เรียนให้บรรลุผลสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา (Cognitive Tasks) ซึ่งสามารถจำแนกตามการทำหน้าที่ได้ ๔ รูปแบบ คือ

๑.๑) เครื่องมือช่วยแบ่งเบาภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Database) และระบบค้นหา (Search Engine) บ่อยครั้งที่เมื่อผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม มักจะพบว่าผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงาน เนื่องจากไม่สามารถที่จะเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่ต้องการหรือสับสนกับข้อมูลมากมายที่ค้นพบทั้งที่มีประโยชน์และไม่มีประโยชน์ (Hill et al., 2003) การนำฐานข้อมูลที่รวบรวมและจัดเก็บเฉพาะข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระบบค้นหาที่มีประสิทธิภาพเข้ามาช่วยสนับสนุนผู้เรียนจะช่วยแบ่งเบาภาระทางปัญญาของผู้เรียน โดยเฉพาะความจำ (Memory) และเพิ่มความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำพื้นที่ทางปัญญาไปใช้สำหรับการคิดระดับสูง

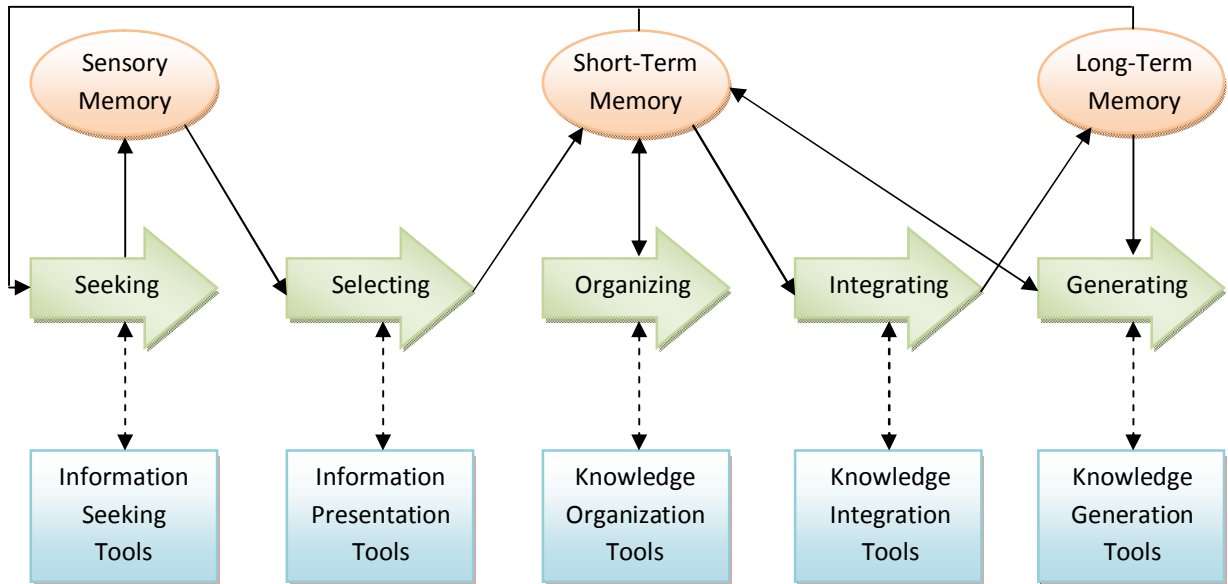
๑.๒) เครื่องมือสนับสนุนกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes) โดยจะช่วยผู้เรียนในการรวบรวมและจัดระบบข้อมูล ตัวอย่างเช่น โปรแกรมสมุดบันทึก (Notebook) ที่ช่วยผู้เรียนในการจัดเก็บความรู้สำคัญที่เป็นประโยชน์ ซึ่งควรออกแบบโปรแกรมที่ห้ามทำการคัดลอกและวาง (Copy & Paste) เพื่อให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดในการจัดระบบข้อมูลเพื่อบันทึก ตัวอย่างเครื่องมือสนับสนุนกระบวนการทางปัญญาที่น่าสนใจอีกรูปแบบ คือ โปรแกรมเขียนแผนผังหรือไดอะแกรม (Map Tools) ที่ช่วยผู้เรียนสร้างแบบจำลองผังความคิดของตน ซึ่งนอกจากจะสะดวกและช่วยให้เห็นภาพผังความคิดได้อย่างชัดเจนแล้ว ยังทำให้ง่ายต่อการวางแผนและปฏิบัติงานในขั้นต่อไป ไปที่ผู้เรียนอาจรู้หรือปรับโครงสร้างความคิดใหม่ได้ง่าย

๑.๓) เครื่องมือช่วยผู้เรียนในกิจกรรมที่เข้าถึงได้ยาก (Out-of-reach Activities) ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวมีความยุ่งยากมากหากลงมือปฏิบัติในโลกแห่งความเป็นจริง ตัวอย่างเช่น โปรแกรมสร้างต้นแบบ (Probe Builder) สำหรับให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองเครื่องมือหรือสิ่งประดิษฐ์ โปรแกรมห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Lab) ซึ่งปราศจากอันตราย ไม่เสียค่าใช้จ่าย และทดลองได้ซ้ำแล้วซ้ำอีก

๑.๔) เครื่องมือช่วยผู้เรียนในการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) ที่ผู้เรียนสามารถป้อนข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานหรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่ตนค้นคว้า ตัวอย่างเช่น โปรแกรมวิเคราะห์การแก้ปัญหา (Solution Form) ซึ่งจะคำนวณและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา ช่วยแสดงแนวคิดที่เป็นนามธรรม

ให้ออกมาเป็นรูปธรรมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจน เป็นการสนับสนุนความสามารถในการทำโครงงานสืบสวน ทดสอบสมมติฐานในสิ่งที่ปฏิบัติได้ยากในชั้นเรียนปกติ

๒) **จำแนกตามกระบวนการประมวลสารสนเทศ** Iiyoshi, Hannafin and Wang (2005) ได้จำแนกเครื่องมือทางปัญญาตามขั้นตอนของกระบวนการประมวลสารสนเทศ (Information Processing) ออกเป็น ๕ รูปแบบ คือ



ภาพที่ ๕ แสดงประเภทของเครื่องมือทางปัญญาจำแนกตามกระบวนการประมวลสารสนเทศ (Iiyoshi & Hannafin, 1996)

๒.๑) เครื่องมือค้นหาข้อมูล (Information Seeking Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนผู้เรียนในการค้นหา และเรียกใช้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการนำมาใช้งาน โดยมีรูปแบบการค้นหาข้อมูลที่หลากหลายสำหรับผู้เรียนที่มีลักษณะหรือความต้องการแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น เครื่องมือค้นหาด้วยคำสำคัญ (Keyword Search) เครื่องมือค้นหาขั้นสูง (Advance Search) เป็นต้น

๒.๒) เครื่องมือนำเสนอข้อมูล (Information Presentation Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนผู้เรียนในการคัดเลือกข้อมูลที่ค้นพบ โดยจัดโครงสร้างและรูปแบบการนำเสนอที่เอื้อต่อการตัดสินใจและคิดภาพ เป็นการช่วยแบ่งเบาภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ของผู้เรียน โดยนำเสนอเฉพาะข้อมูลหรือรายละเอียดที่เกี่ยวข้องและคัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้งไป ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia Database) เป็นต้น

๒.๓) เครื่องมือจัดระบบความรู้ (Knowledge Organization Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนผู้เรียนในการสร้างกรอบแนวคิดของความรู้ โดยช่วยผู้เรียนในการจัดโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ค้นพบ เพื่อให้ง่ายต่อกระบวนการจัดการและจัดความซับซ้อนของงานที่ไม่มีที่ความจำเป็น รวมทั้งสนับสนุนความสามารถทาง Metacognitive ของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสร้างผังความคิด (Concept Map) เครื่องมือจดบันทึก (Notebook Tools) เป็นต้น

๒.๔) เครื่องมือบูรณาการความรู้ (Knowledge Integation Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีและทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกันด้วยการช่วยผู้เรียนสร้างและทดสอบสมมติฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น เครื่องมือจำลองสถานการณ์ (Simulation Tools) เป็นต้น

๒.๕) เครื่องมือสร้างความรู้ (Knowledge Generation Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนผู้เรียนในการสะท้อนกระบวนการและกลยุทธ์การสร้างความรู้ของตนเอง ผ่านการนำเสนอความรู้ใหม่ที่ได้รับในรูปแบบที่ยืดหยุ่นและมีความหมาย ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสร้างงานนำเสนอ (Presentation Generation Tools) เป็นต้น

๓. **จำแนกตามลักษณะของโปรแกรม** Jonassen (2006) ได้สรุปเครื่องมือทางปัญญาที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียน ได้ดังนี้

๓.๑ **ฐานข้อมูล (Database)** มีประโยชน์สำหรับเสริมการเรียนรู้ของเนื้อหาวิชาที่มีรายละเอียดมาก เช่น ภูมิศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ สนับสนุนการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งช่วยผู้เรียนในสร้างสิ่งที่ตนเองรู้เพื่อเอื้อต่อความเข้าใจ ตัวอย่างเช่น ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management Systems: DBMSs) เครื่องมือสืบค้น (Search Engine) เป็นต้น

๓.๒ **ผังความคิด (Concept Map)** เป็นเครื่องมือที่กระตุ้นการสร้างความรู้ที่มนุษย์เก็บไว้ในจิตใจ โดยจำลองโครงสร้างความรู้ที่อยู่ในใจของมนุษย์ ช่วยการวางแผนผลผลิตอื่นๆ ตัวอย่างเช่น โปรแกรมเขียนแผนผัง และโปรแกรมสำหรับการสร้างผังความคิดโดยเฉพาะ เช่น โปรแกรม Inspiration, CmapTools เป็นต้น

๓.๓ **ตารางคำนวณ (Spreadsheets)** เป็นระบบจัดเก็บ รวบรวมตัวเลข และการคำนวณ ช่วยให้การประมวลผลที่เกี่ยวกับการจัดเก็บตัวเลขง่ายต่อการใช้งานและการปรับปรุง สนับสนุนการตรวจสอบย้อนหลัง การตัดสินใจ การแก้ปัญหา และการวิเคราะห์ในรูปแบบของการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ที่ได้ผลมากที่สุดในการแก้ปัญหาเชิงปริมาณ เครื่องมือประเภทนี้มีหน้าที่พื้นฐาน ๓ ประการคือ จัดเก็บ (Storing) คำนวณ (Calculating) และนำเสนอ (Presenting) สารสนเทศ ตัวอย่างเช่น ตารางคำนวณสำเร็จรูปในโปรแกรม Excel เป็นต้น

๓.๔ **เครื่องมือจำลองสถานการณ์ (Simulation Tools)** นำเสนอแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้ออกมาเป็นรูปธรรม เพื่อช่วยผู้เรียนในการใช้ระบบประสาทการรับรู้ (Sensory System) ได้สูงสุด สนับสนุนความสามารถในการทำโครงการสืบสวน (Investigative Projects) โดยทำหน้าที่เป็นฐานช่วยเหลือ (Scaffolds) ผู้เรียนให้ทำโครงการได้สำเร็จ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและแสดงแนวคิดที่อาจไม่สามารถทำได้ในช่องทางอื่น ตัวอย่างเช่น โปรแกรมจำลองงานวิจัยทางเคมีที่ชื่อว่า MacSpartan เป็นต้น

๓.๕ **การประชุมด้วยคอมพิวเตอร์ (Structured Computer Conference)** ซึ่งมี ๒ รูปแบบ คือ การสื่อสารแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) และแบบประสานเวลา (Synchronous) ซึ่งช่วยสนับสนุนผู้เรียนในการสร้างความรู้ของตนเอง ตัวอย่างเช่น Email, Bulletin board, Discussion board, Blog, Wiki เป็นต้น

การนำเครื่องมือทางปัญญาไปใช้ในการเรียนการสอน

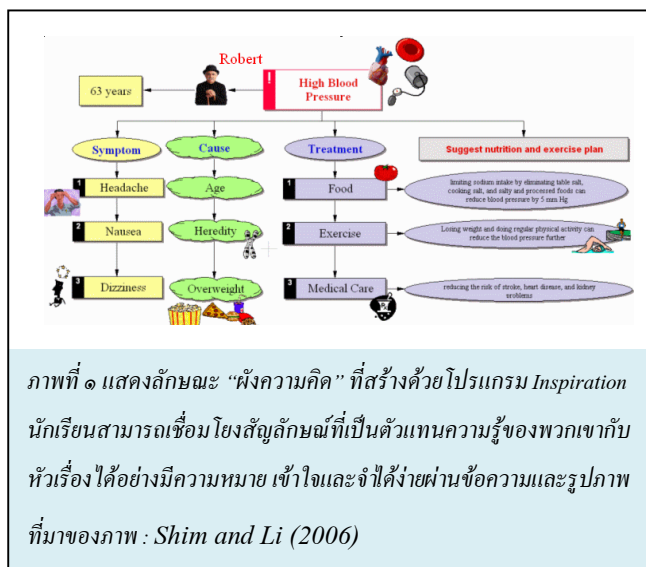
การใช้เครื่องมือทางปัญญาในการเรียนการสอน ไม่ใช่เรื่องยุ่งยากอย่างที่คิด ครูผู้สอนสามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่แล้วโดยทั่วไปมาประยุกต์ใช้ได้เลย โดยที่ไม่จำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาใหม่เหมือนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เห็นแนวทางในการนำเครื่องมือทางปัญญาไปใช้ในการเรียนการสอน จะขอยกตัวอย่างสถานการณ์ในชั้นเรียน ๒ เหตุการณ์ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจภาพได้ชัดเจนขึ้น

สถานการณ์ที่ ๑ (ดัดแปลงจากตัวอย่างสถานการณ์ของ Shim and Li, 2006)

ไซมอนเป็นครูชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่ง เขากำลังวางแผนการสอน เรื่อง ระบบการทำงานของร่างกายให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับระบบการย่อยอาหาร ระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจ รวมทั้งความรู้ด้านโภชนาการ โดยวัตถุประสงค์ของการเรียนนอกจากนักเรียนจะเกิดความรู้เรื่องหน้าที่และกระบวนการทำงานของระบบร่างกายแล้ว ไซมอนยังคาดหวังให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงอีกด้วย เขาจึงออกแบบการเรียนการสอนในลักษณะการมอบหมายโครงการให้นักเรียนปฏิบัติ โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการปฏิบัติงานของนักเรียน ซึ่งจากการปรึกษาร่วมกับครูที่มีความเชี่ยวชาญด้านสื่อของโรงเรียนก็ได้ข้อสรุปว่าควรจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนในชั้นนี้เคยเรียนมาแล้ว เช่น Inspiration และ Microsoft Excel เป็นเครื่องมือหลักในโครงการวิชานี้เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นเคย

ไซมอนได้แบ่งนักเรียนในชั้นออกเป็น ๓ กลุ่ม ซึ่งลักษณะของโครงการเป็นการให้นักเรียนได้ลองปฏิบัติงานร่วมกับผู้ป่วยจริง เขาได้เชิญผู้ป่วย ๓ คนซึ่งมีอาการป่วยที่ต่างกันมาพบกับนักเรียนในห้องเรียน แต่ละกลุ่มเลือกผู้ป่วย ๑ คนและทำหน้าที่เป็นทีมงานให้คำปรึกษาแก่ผู้ป่วยโดยมีเป้าหมายคือการจัดทำแผนการออกกำลังกายและโภชนาการที่เหมาะสมกับสภาพของผู้ป่วยกลุ่มตน แต่ละกลุ่มจะต้องทำการเก็บและบันทึกข้อมูล รวมทั้งสำรวจและศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งไว้คือ ๑ เดือน นักเรียนจะต้องนำเสนอแผนการออกกำลังกายและโภชนาการที่แต่ละกลุ่มพัฒนาขึ้นหน้าชั้นเรียน โดยไซมอนและนักโภชนาการอีก ๒ คนจะช่วยตรวจสอบแผนและให้ข้อเสนอแนะ

นักเรียนกลุ่มแรกเลือกโรเบิร์ต ชายสูงอายุวัย ๖๓ ปี ซึ่งป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงเป็นผู้ป่วยของพวกเขา นักเรียนในกลุ่มได้อภิปรายร่วมกันเพื่อวางแผนการทำงาน และพิจารณาว่ามีข้อมูลใดบ้างที่ต้องการเพื่อใช้ในการปฏิบัติงาน สมาชิกในกลุ่มร่วมกันเสนอความคิดและแนวทางออกมาอย่างมากมาย ไซมอนได้แนะนำให้นักเรียนลองใช้โปรแกรม Inspiration (เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างแผนภาพหรือผังความคิด) ทำการจัดระบบข้อมูลความคิดของกลุ่ม ซึ่งเมื่อนักเรียนจัดเรียงและแสดงแนวคิดของสมาชิกแต่ละคนโดยใช้โปรแกรม Inspiration แล้วพวกเขาก็สามารถแบ่งการทำงานภายในกลุ่มได้อย่างลงตัว และร่วมกันวางแผนช่วงเวลาในการปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ



จากนั้นนักเรียนในกลุ่มร่วมกันสร้างผังความคิด (Concept Map) ที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของโรเบิร์ต ซึ่งพวกเขาต้องทำการติดต่อสัมภาษณ์ข้อมูลจากโรเบิร์ต และศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่างๆ โดยเฉพาะการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตด้วย Google เกี่ยวกับอาการ สาเหตุ และแนวทางการปฏิบัติ สำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ไซมอนยังได้แนะนำเว็บไซต์ที่น่าจะเป็นประโยชน์ เช่น เว็บไซต์สมาคมผู้ป่วยความดันโลหิตสูงซึ่งมีฐานข้อมูล (Database) เกี่ยวกับ

อาการและวิธีการดูแลรักษาผู้ป่วยรายอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสร้างแผนการออกกำลังกายและโภชนาการ ไชมอนยังบอกนักเรียนว่าพวกเขาควรจะค้นหาแหล่งข้อมูลอย่างน้อย ๑ แห่งสำหรับข้อมูลแต่ละอย่างเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องและความสอดคล้องของข้อมูล

นักเรียนใช้เวลา ๒ อาทิตย์ต่อมาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรเบิร์ตและแนวคิดสำคัญเกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูง รวมทั้งข้อมูลด้านโภชนาการและการออกกำลังกาย จากนั้นพวกเขาทำการจัดระบบข้อมูลโดยเชื่อมโยงสาเหตุและผลกระทบของโรคความดันโลหิตสูงเข้ากับอายุของผู้ป่วย ด้วยวิธีการลากและวาง (Drag-and-Drop) และการใช้ตัวเชื่อมโยง (Hyperlink) ซึ่งเป็นเครื่องมือในโปรแกรม Inspiration วิธีการนี้ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาได้ง่ายและสามารถพบความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดแต่ละด้าน

ไชมอนได้ตรวจสอบฝั่งความคิดเพื่อให้แน่ใจว่าครอบคลุมหัวข้อสำคัญสำหรับการวางแผนการออกกำลังกายและโภชนาการ รวมทั้งชี้ให้เห็นประเด็นอื่นที่น่าสนใจและนักเรียนอาจจะละเลยไป หลังจากนั้น นักเรียนจึงทำการปรับปรุงแก้ไขฝั่งความคิดข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้สมบูรณ์ขึ้น ขั้นตอนต่อไปคือการจัดทำแผนการออกกำลังกายและโภชนาการ ซึ่งแต่ละกลุ่มต้องแสดงรายการอาหารในแต่ละวันของผู้ป่วย พวกเขาสร้างตารางคำนวณ Spreadsheet ง่ายๆ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel แสดงชุดของอาหารที่ผสมผสานกันและปริมาณแคลอรีของอาหารนั้นๆ ในการรับประทานแต่ละมื้อ ด้วยฟังก์ชันของการรวมค่า (Sum) ในโปรแกรม Microsoft Excel พวกเขาสามารถคำนวณปริมาณแคลอรีทั้งหมดอย่างรวดเร็วและเที่ยงตรง พวกเขาเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ออกมาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผู้ป่วย ซึ่งถ้าพบว่าปริมาณแคลอรีรวม ไม่อยู่ภายในเกณฑ์ที่แนะนำในแต่ละวัน นักเรียนก็จะจัดการผสมผสานชุดอาหารใหม่โดยเปลี่ยนอาหารหรือขนาดของอาหารและคำนวณปริมาณแคลอรีใหม่อีกครั้งหนึ่ง

A	B	C	D	E	F
1	Daily Food Combinations			Standard for Males 51+	2,000
2					
3		Total Calories	Total Grams of Fat	Fat Calories	% of Calories from Fat (30%)
4		398	7.69	69.12	17%
5					
6					
7	Breakfast				
8	Food	Calories	Grams of Fat	Fat Calories	% of Calories from Fat
9	Bowl cornflakes with 2% milk	172	2.45	22.05	13%
10	8 oz. glass of 2% milk	121	4.68	42.12	35%
11	1 banana	105	0.55	4.95	5%
12					
13					
14	Lunch				
15					

ภาพที่ ๒ แสดงลักษณะชิ้นงาน Spreadsheet ที่สร้างด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ที่ช่วยนักเรียนให้สามารถวางแผนอาหารในแต่ละมื้อสำหรับผู้ป่วย ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง ที่มาของภาพ : Shim and Li (2006)

หลังจากทำรายงานสรุปผลการดำเนินโครงการจนจบสมบูรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแผนที่พัฒนาขึ้นหน้าชั้นเรียน ซึ่งประกอบด้วยแผนการออกกำลังกาย ๓-๔ แนวทางและแนะนำแผนโภชนาการในระยะเวลา ๑ สัปดาห์สำหรับผู้ป่วยของตนผ่านโปรแกรม Microsoft PowerPoint โดยในการนำเสนอผลงาน ไชมอนได้เชิญนักโภชนาการ ๒ คนจากในโรงเรียนและจากโรงพยาบาลใกล้เคียงมาร่วมฟังการนำเสนอของนักเรียนด้วย เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นประโยชน์และพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับความสำคัญที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับระบบการทำงานของร่างกายและแนวทางที่พวกเขาสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ประโยชน์ได้ในสถานการณ์ชีวิตจริง

สถานการณ์ที่ ๒ (ดัดแปลงจากตัวอย่างสถานการณ์ของ Robertson, Elliot and Robinson, 2007)

พิทเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง เขาได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้สอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศให้คิดค้นโครงการที่แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้เรียน รวมทั้งเว็บไซต์และเทคโนโลยีสารสนเทศอื่นๆ ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือเหตุการณ์จริง พิทเป็นผู้ที่สนใจเรื่องของการท่องเที่ยวและในภาคเรียนนี้เขาได้ลงทะเบียนเรียนวิชาทางด้านภูมิศาสตร์โลก ดังนั้นเขาจึงนำรายวิชาทั้ง

สองมาบูรณาการร่วมกัน โดยออกแบบเป็นโครงการเดินทางท่องเที่ยวที่ครอบคลุมโลกเสมือน (Virtual Travel) จากเมืองที่เขาอยู่อาศัยไปทางภาคตะวันออกผ่านประเทศต่างๆ และวนกลับมาทางทิศตะวันตกในระยะเวลา ๒ เดือนก่อนปิดภาคเรียน ซึ่งเมื่อเขานำแผนงานนี้ไปปรึกษากับอาจารย์ผู้สอนทั้ง ๒ วิชา ก็ได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการปฏิบัติงานและข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องศึกษา

พีทเริ่มการทำโครงการโดยการสร้างกรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องต่อการวางแผนเส้นทางของเขาด้วยการใช้โปรแกรม CmapTools (เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างแผนภาพหรือผังความคิดเช่นเดียวกับ Inspiration) เพื่อให้เห็นภาพรวมของข้อมูลด้านต่างๆ ที่เขาจะต้องค้นหา รวมทั้งความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการออกแบบเส้นทาง จากนั้นเขาใช้ความรู้จากวิชาภูมิศาสตร์โลกมาลงกำหนดเส้นทางเดินทางโดยใช้โปรแกรม CmapTools สร้างแผนผังการเดินทางฉบับร่างออกมา ซึ่งประกอบด้วยเส้นทางผ่านประเทศต่างๆ ที่เขาคิดว่าน่าจะเป็นไปได้ในการเดินทางจริง



ในการกำหนดจุดท่องเที่ยวในประเทศที่เส้นทางผ่าน พีทใช้วิธีการสืบค้นผ่าน Search Engine ที่เขาค้นเคยไม่ว่าจะเป็น Google, Yahoo หรือ MSN เพื่อค้นหาแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจ รวมทั้งจากเว็บไซต์อื่นๆ เช่น เว็บไซต์แนะนำการท่องเที่ยวของแต่ละประเทศเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น นอกจากนี้เขายังศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสถิติและคะแนนโหวตเกี่ยวกับสถานที่ที่เขาสนใจ หลังจากได้จุดท่องเที่ยวตามเส้นทางแล้ว พีทใช้โปรแกรม Microsoft Excel ทำการคำนวณความเป็นไปได้ในการเดินทาง เช่น การคำนวณระยะทางที่เป็นไปได้ในแต่ละวัน การคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ค่าอาหาร ค่าที่พัก จากนั้นจึงทำการปรับลดหรือเพิ่มโปรแกรมการเดินทางในแต่ละวันให้ลงตัว

กับระยะเวลาและงบประมาณที่ตั้งไว้ และทำการสร้างแผนภูมิและกราฟสรุปรายละเอียดค่าใช้จ่ายรายวัน รายสัปดาห์ และรายเดือน นอกจากนี้ พีทยังได้จัดทำฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Access เกี่ยวกับสถานที่ที่เขาจะหยุดพัก ได้แก่ ที่อยู่และเบอร์ติดต่อของที่พัก รวมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ตำรวจท่องเที่ยว สถานทูต เพื่อให้สะดวกต่อการนำข้อมูลมาใช้งานในภายหลัง

พีทนำแผนที่วางไว้ไปขอคำปรึกษาจากอาจารย์ผู้สอน อาจารย์ได้ตั้งคำถามที่ทว่ารู้ได้อย่างไรว่าแผนที่วางไว้ไม่ผิดพลาด ซึ่งอาจารย์ได้แนะนำแนวทางในการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนที่วางไว้ โดยให้พีทลองสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ ดังนั้นเขาจึงทำการค้นหารายชื่อนักท่องเที่ยวที่เคยเดินทางรอบโลกมาแล้วจากเว็บท่องเที่ยวและทำการติดต่อบุคคลเหล่านั้นผ่านระบบสื่อสารในอินเทอร์เน็ต ไม่ว่าจะเป็น E-mail หรือ Webboard เพื่อสอบถามความคิดเห็นและประเมินความเหมาะสมของแผนการเดินทาง ในการติดต่อครั้งนี้เขาได้รับคำแนะนำที่สำคัญซึ่งเขามองข้ามไปนั่นคือ การวางแผนการเดินทางที่ดีต้องมีการศึกษาสภาพภูมิอากาศหรือข่าวเกี่ยวกับภัยธรรมชาติของสถานที่ที่เราจะไปในช่วงนี้ให้ดี ซึ่งเมื่อพีทได้เข้าไปสืบค้นจากข่าว

พยากรณ์อากาศก็พบว่า มีบางจุดในทวีปแอฟริกาเหนือมีการแจ้งเตือนเรื่องพายุ ทำให้เขาต้องรีบเข้าโปรแกรม CmapTools เพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางในแผนผัง

หลังจากที่ทุกอย่างลงตัว พีทก็เริ่มต้นท่องเที่ยวเสมือนจริงรอบโลกตามแผนที่วางไว้ โดยเขาได้เข้าไปยังเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ต่างๆ ตามเส้นทางและกำหนดเวลาของแผนการเดินทาง ไม่ว่าจะเป็นพิพิธภัณฑ์ หอศิลป์ หรือหน่วยงานอื่นซึ่งให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสถานที่ที่เดินทางไป รวมทั้งการค้นหภาพถ่ายสถานที่นั้นๆ และบางครั้งก็มีการพูดคุยกับผู้คนที่อยู่ ณ สถานที่นั้นๆ ผ่าน Skype ซึ่งในการท่องเที่ยวแต่ละสถานที่ พีทได้ทำการบันทึกสิ่งที่พบเห็นลงไป ใน Blog ของเขา ในวันสรุปผลการดำเนินโครงการ พีทนำเสนอแผนการเดินทาง และรายละเอียดของสถานที่แต่ละที่ที่เขาไปผ่านโปรแกรม Microsoft PowerPoint ที่บรรจุข้อมูลทั้งภาพนิ่ง เสียง และภาพเคลื่อนไหว ซึ่งเหมือนเขาได้ไปยังสถานที่นั้นๆ จริง ทำให้การนำเสนอของเขา น่าสนใจและได้รับเสียงชื่นชมจากเพื่อนๆ และอาจารย์ผู้สอน ทั้ง ๒ วิชาที่เข้ามาชมและให้ข้อเสนอแนะ



ภาพที่ ๔ แสดงการนำเสนอด้วย PowerPoint ที่ผู้เรียนใช้เป็นตัวแทนความรู้ที่พวกเขาค้นพบ

สถานการณ์ดังกล่าว ผู้สอนได้สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ใช้ประโยชน์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือทางปัญญา โดยผู้เรียนทำหน้าที่เสมือนนักออกแบบ (Designer) ที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ เข้าถึงและแปลความข้อมูล จัดโครงสร้างความรู้ของตน รวมทั้งสร้างตัวแทนสิ่งที่รู้ผู้อื่น ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรม Inspiration และ CmapTools สำหรับสร้างกรอบแนวคิดและแผนในการจัดทำโครงการ โปรแกรม Search Engine และฐานข้อมูลของเว็บไซต์เพื่อสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ โปรแกรม Microsoft Excel เป็นสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เชื่อมต่อและจัดการข้อมูลที่เหมาะสมได้ และโปรแกรม Microsoft PowerPoint ที่เข้าไปช่วยถ่ายทอดผลงานที่เป็นตัวแทนความรู้ของผู้เรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เหล่านี้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือทางการศึกษาระดับสูงที่ผู้สอนใช้ในการขยายกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเอาชนะข้อจำกัดบางอย่างของพวกเขา เช่น ความจำ การประมวลผลสารสนเทศ หรือการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดของเนื้อหาวิชาและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงได้ตามเป้าหมายของรายวิชา

จากสถานการณ์ทั้ง ๒ เหตุการณ์ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนของการนำเครื่องมือทางปัญญาไปใช้ในการเรียนการสอน (Shim and Li, 2006; Robertson, Elliot and Robinson, 2007; ใจทิพย์ ณ สงขลา, ๒๕๕๐) ดังนี้

๑. ระบุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของรายวิชา (Identify learning goals or objectives)

การระบุเป้าหมายที่ชัดเจน จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจจุดประสงค์ของกิจกรรมและผลที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังการเรียน การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อสนับสนุนการเรียนอย่างมีความหมายนั้น ผู้เรียนต้องตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาและใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อค้นหาเหตุผลสนับสนุนหรือพิสูจน์สมมติฐานด้วยตนเอง โดยผู้สอนต้องมั่นใจว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่เลือกมาเป็นเครื่องมือทางปัญญาสำหรับผู้เรียนนั้น สอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียน

๒. ออกแบบโครงการเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย (Design projects for students to achieve the goals)

ผู้สอนควรออกแบบโครงการและชี้แนะผู้เรียนให้สร้างความรู้โดยประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนมาเป็นความรู้ของตนเอง ซึ่งกำหนดออกมาเป็นผลผลิตหรือข้อตกลงของโครงการ โดยโครงการนั้นควรจะทำทนายและดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สามารถนำไปสู่การปฏิบัติในสถานการณ์จริง เพื่อจะได้เป็นสิ่งที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน ในสถานการณ์ตัวอย่างแรก การทำงานกับผู้ช่วยในสถานการณ์จริงจะช่วยกระตุ้นนักเรียนให้มีความรับผิดชอบในการทำงานมากขึ้น ในสถานการณ์ตัวอย่างหลัง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างผลงานตามความชอบและความสนใจ จะช่วยให้ผู้เรียนกระตือรือร้นและสามารถจินตนาการแผนการปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ

๓. ระบุเครื่องมือทางปัญญาที่เหมาะสม (Identify cognitive tools)

ในการใช้เครื่องมือทางปัญญานั้น ผู้เรียนควรได้ใช้เครื่องมือที่หลากหลายไปตามเหตุการณ์และขึ้นกับปัจจัยต่างๆ การเลือกใช้เครื่องมือทางปัญญาช่วยแบ่งเบาภาระผู้เรียนขึ้นกับบริบทปัญหา ภูมิหลัง และความเชื่อของครู ผู้เรียน ระบบของโรงเรียน บริบทของการเรียน และเทคโนโลยีที่มีอยู่ และยากที่จะบอกได้ว่าเครื่องมือทางปัญญาชนิดใดใช้ได้กับบริบทใด ดังนั้นผู้สอนต้องทำความเข้าใจเองว่าต้องการอะไรและทำได้อย่างไร (Jonassen, 1995 อ้างถึงใน ใจทิพย์ ณ สงขลา, ๒๕๕๐)

การที่ผู้สอนจะพิจารณาบทบาทหน้าที่ของโปรแกรมที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องมือทางปัญญา อาจใช้การปรึกษาร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อเพื่อจัดหาเทคนิคที่จะสนับสนุนความสามารถในการใช้งานของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนมีประสบการณ์ที่คุ้นเคยกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การสาธิตเพียงครั้งเดียวก็น่าจะเพียงพอ หรือผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่ออาจจัดการปฐมนิเทศเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนสามารถใช้เครื่องมือเหล่านั้นได้อย่างที่ต้องการ ซึ่งประเด็นพื้นฐานที่ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อควรพิจารณาประกอบด้วย

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นมีใช้อยู่ในโรงเรียนแล้วหรือไม่ และประสิทธิภาพต่อการใช้งานเป็นอย่างไร

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นเหมาะสมกับรูปแบบการเรียน (Learning Styles) ของผู้เรียนหรือไม่ รวมทั้งความสามารถในการใช้งาน โปรแกรมของผู้เรียนอยู่ในระดับใด ควรมีการปฐมนิเทศหรือจัดชั้นเรียนสาธิตพร้อมกลุ่มมือการใช้งานหรือไม่

- ควรใช้เครื่องมือทางปัญญานั้นเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม และหากใช้เป็นกลุ่มควรมีปริมาณเท่าใด

ในสถานการณ์ทั้ง ๒ ตัวอย่าง ผู้สอนแนะนำโปรแกรมที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์ในการใช้งาน โปรแกรมมาแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องทำการปฐมนิเทศการใช้งาน โปรแกรมให้แก่ผู้เรียน

๔. นำเครื่องมือทางปัญญาไปใช้ (Implement cognitive tools)

เครื่องมือทางปัญญาแต่ละรูปแบบย่อมมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนจึงควรเลือกเครื่องมือทางปัญญาไปใช้ในภารกิจแต่ละอย่างให้เหมาะสม ในขณะที่ผู้เรียนทำโครงการผู้สอนควรกระตุ้นให้พวกเขาใช้เครื่องมือทางปัญญาที่เหมาะสมในภารกิจ ผู้สอนควรจะทำทนายผู้เรียนด้วยคำถามต่างๆ และให้อธิบายผลที่พวกเขาสร้างขึ้นมา โดยเครื่องมือทางปัญญานั้น การให้ผลป้อนกลับเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ตามแนวทางที่ถูกต้อง ผู้สอนควรสังเกตการใช้เครื่องมือทางปัญญาของผู้เรียนและช่วยเหลือในเชิงเทคนิคเมื่อพวกเขาต้องการ นอกจากนี้ผู้สอนควรเตรียมแผนทางเลือกไว้หลายวิธีเพราะการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีอาจเกิดสิ่งที่ไม่คาดคิดได้ เช่น ผู้เรียนบางคนอาจมีปัญหาการใช้งานที่มากกว่าคนอื่นซึ่งอาจจะต้องใช้การแนะนำแบบหนึ่งต่อหนึ่ง หรือหากเป็นโปรแกรมใหม่ๆ ก็อาจใช้วิธีเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มหรือคู่ เป็นต้น

ในสถานการณ์ตัวอย่างแรก ขณะที่นักเรียนหาข้อมูลที่ต้องการ โดยการใช้ Search Engines ผู้สอนได้ให้พวกเขาหาแหล่งข้อมูลอย่างน้อย ๓ แหล่งในหัวข้อเดียวกันเพื่อประเมินความถูกต้องของข้อมูลที่ค้นพบ หรือเมื่อนักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับชนิดของอาหารที่แนะนำสำหรับแผนโภชนาการแล้ว ครูผู้สอนได้กระตุ้นพวกเขาให้ใช้ Spreadsheet ในการคำนวณปริมาณแคลอรีและปรับเปลี่ยนส่วนผสมเพื่อให้เหมาะสมกับค่าที่แนะนำในแต่ละวัน นักเรียนยังสามารถใช้กราฟเพื่อแสดงผลออกมาให้เห็นเป็นภาพได้อย่างชัดเจน หรือในสถานการณ์ตัวอย่างที่สอง ผู้สอนท้าทายให้ผู้เรียนลองเอาแผนผังการเดินทางของตนไปแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนค้นพบข้อผิดพลาดของตนเอง

๕. วัดผลการเรียนรู้ (Assess learning outcomes)

ผู้สอนสามารถวัดผลการเรียนรู้จากการพิจารณาผลงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยเทียบกับเกณฑ์ Rubric ที่ตั้งไว้ ความสามารถของผู้เรียนยังสามารถสะท้อนผ่านการใช้เครื่องมือทางปัญญาของพวกเขา ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือทางปัญญาสามารถที่จะเป็นส่วนหนึ่งของผลงานของโครงการได้เพราะเครื่องมือเหล่านั้นสามารถนำเสนอการสร้างข้อมูลและโครงสร้างความรู้ของผู้เรียน ยกตัวอย่างเช่น ผังความคิดที่สร้างขึ้นในชั้นเรียน ก็ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตโครงการ

บทสรุป

บทบาทของคอมพิวเตอร์ในการเป็นเครื่องมือทางปัญญาจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสม์ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือทางปัญญาจะก่อให้เกิดความสนใจต่อผู้เรียน เพราะเป็นการเรียนรู้ที่ทำมากกว่าเรียนรู้แบบธรรมดาทั่วไป ซึ่งครูผู้สอนควรออกแบบการเรียนในบริบทที่เป็นจริงเพื่อให้เครื่องมือทางปัญญาดอบสนองการใช้งานของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่และก่อให้เกิดความหมายต่อผู้เรียน โดยควรเลือกใช้เครื่องมือทางปัญญาที่หลากหลายรูปแบบเพื่อรองรับผู้เรียนที่ต่างกันและครอบคลุมกระบวนการทางปัญญาแต่ละขั้น แต่ก็ต้องไม่ลืมว่าเครื่องมือทางปัญญาควรจะช่วยผู้เรียนในการแบ่งเบาภาระทางปัญญา ไม่ใช่มีมากเกินไปหรือเกินความจำเป็นจนกลายเป็นการไปเพิ่มภาระให้กับผู้เรียน เครื่องมือทางปัญญาบางตัวอาจสนับสนุนการทำงานได้หลายรูปแบบ ฉะนั้นจึงควรพิจารณาให้เหมาะสม และที่สำคัญครูผู้สอนควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อให้การใช้งานของผู้เรียนตรงตามวัตถุประสงค์และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- ใจทิพย์ ณ สงขลา. E-Instructional Design วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ: ศูนย์
 ดำรงและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ๒๕๕๐.
 พรรณราย เทียมทัน. ผลของการใช้คอนิททิฟทุกความรู้เบื้องต้นและเมตาคอนิทชันที่มีต่อความสำเร็จในการสืบค้น
 ข้อมูลบนเว็ลด์ไวด์เว็บของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต สาขา
 เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ๒๕๔๕

สุมาลี ชัยเจริญ และอิสรา ก้านจักร. เทคโนโลยีการศึกษา: จากเทคโนโลยีเพื่อการถ่ายทอดมาสู่เทคโนโลยีทางปัญญา. วารสารเทคโนโลยีทางปัญญา. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน) ๒๕๔๕.

Hill, J. R., Wiley, D., Nelson, L. M. & Han, S. (2003). **Exploring research on Internet-based learning: from infrastructure to interaction**, in D.H. Jonassen (Ed.) Handbook of research for educational communications and technology, 2nd edn (Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates), 433-460.

Iiyoshi, T. & Hannafin, M. (1996). **Cognitive tool for learning from hypermedia: Empowering learners**. Paper presented at the annual meeting of the Association for Educational Communications and Technology, Indianapolis, IN, February 14-18.

Iiyoshi, T., Hannafin, M. & Wang, F (2005). Cognitive tools and student-centred learning: rethinking tools, functions and application. **Educational media international**, Vol. 42, No. 4, December 2005, pp. 281-296

Jonassen, D.H. (2006). **Modeling with technology: Mindtools for conceptual change**. Columbus, OH: Merrill/Prentice-Hall.

Jonassen D. H., & Reeves, T. C. (1996). **Learning with technology: Using computers as cognitive tools**. In D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of research for educational communications and technology (pp. 693-719). NY: Macmillan.

Jonassen, D. H., Carr, C. & Yueh, H. P. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. **Tech Trends**, 43(2), 24-32.

Kommers, P. A. M., Jonassen, D. H. & Mayes, T. M. (Eds). (1992). Cognitive tools for learning. (Vol. 81). **NATA ASI series**. Germany. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Li, R. (2005). **The effect of databases as cognitive tools in a multimedia problem-based learning environment**. The University of Texas, USA.

Liu, M., Williams, D., & Pedersen, S. (2002). Alien Rescue: A problem-based hypermedia learning environment for middle school science. **Journal of Educational Technology Systems**, 30(3), 255-270.

Pea, R. D. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. **Educational Psychologist**, 20, 167-182.

Reeves, T., R. (1999). **A research agenda for interactive learning in the new millenium**. Keynote address paper presented at the 11th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia and Educational Telecommunications. Seattle, Washington, USA.

Robertson, B., Elliot, L., & Robinson, D. (2007). **Cognitive tools**. In M. Orey (Ed.), Emerging perspectives on learning, teaching, and technology. Retrieved 1 October 2009, from <http://projects.coe.uga.edu/epltt/>

Shim, J.E., & Li, Y. (2006). **Applications of cognitive tools in the classroom**. In M. Orey (Ed.), Emerging perspectives on learning, teaching, and technology. Retrieved 20 May 2009, from <http://projects.coe.uga.edu/epltt/>