

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA LA ALIMENTACIÓN AUTÓNOMA EN PERSONAS CON DISFUNCIONES EN LAS EXTREMIDADES SUPERIORES

Cristina Escobar-Ocaña

Sabina Asensio-Cuesta

Jose Antonio Diego-Más

Universidad Politécnica de Valencia

Gaur Ray

Indian Institute of Technology

Ella D'souza

Happy Hours Centre

Abstract

This project describes the design process of a device that provides self-sufficiency during meals to people with disabilities. In order to achieve the proposed design, the existing problem was analyzed in depth. In addition, it was gathered information about solutions which are available nowadays. Finally, not only a design that solves the problem given was suggested but also improvements regarding studied solutions. Subsequently, it was made a prototype which was tested and refined through its application to a particular case. The case study was focused on a child who suffers from very severe cerebral palsy. This child attends the "Happy Hours Centre" in Mumbai, India. The objectives of the device were to provide independence to the user during meals and to attain other aspects such as: increase in self-esteem, socialization during meals, allowing maintenance of correct body positions and hygiene quality enhancement.

The design presented offers significant advantages concerning other existing devices, for instance: low cost, simplicity, ease of use and set-up, no need of power consumption, better control of the device's moving parts and less visual attention required.

Keywords: *Feeding device; disabled; limbs dysfunctions; self-feeding; cerebral palsy*

Resumen

En el presente trabajo se describe el proceso de diseño de un dispositivo que proporciona autonomía en la alimentación a personas con disfunciones. Para alcanzar la propuesta de diseño se analizó en profundidad la problemática existente, se recopiló información sobre las soluciones actualmente disponibles, y finalmente, se propuso un diseño que resolviera el problema planteado, al tiempo que se introducían mejoras respecto a las soluciones estudiadas. Posteriormente, se obtuvo un prototipo del diseño que se probó y depuró mediante su aplicación a un caso concreto. El caso de estudio se centró en un alumno de la escuela "Happy Hours Centre" en Mumbai (India) que presentaba parálisis cerebral muy severa. El objetivo del dispositivo no era únicamente permitir la autonomía del usuario en su alimentación sino también, lograr aspectos como: el aumento de la autoestima, la socialización durante las comidas, el mantenimiento de las posturas correctas del cuerpo y la mejora de la calidad de higiene.

El diseño propuesto ofrece significativas ventajas con respecto a otros artificios existentes, tales como: bajo coste, simplicidad, facilidad de uso y montaje, prescindencia de consumo eléctrico, mejor control de las partes móviles del dispositivo y menor atención visual requerida.

Palabras clave: *Dispositivo de alimentación; discapacitados; disfunciones extremidades; auto-alimentación; Parálisis cerebral*

1. Introducción

La vida de las personas con discapacidad resulta complicada en un entorno concebido para personas que gozan de buena salud. Por ello, se hace necesario el planteamiento de soluciones ingenieriles capaces de adecuar dicho entorno a las necesidades de personas con limitaciones especiales, de manera que se les posibilite la realización de tareas fundamentales y cotidianas, tales como: alimentarse, realizar tareas destinadas a su higiene personal, permitir su desplazamiento, etc.

El estudio realizado por Jhonson y Deitz (1985) revela que la alimentación de personas con necesidades especiales requiere una media de 3.5 horas diaria de asistencia. A dicho grupo de personas pertenecen aquellas afectadas por Parálisis Cerebral, siendo dicha dolencia una de las disfunciones motoras más frecuentes en la infancia, presente en 3 niños por cada 1000 nacimientos tal como indica Braddom et al. (1996). La mayoría de estos niños presentan problemas en su alimentación, que muchas veces deriva en stress, malnutrición crónica, dificultades respiratorias y una baja calidad de vida (Adams et al. 2011).

En la actualidad, existen productos comerciales robotizados para la asistencia en la alimentación autónoma de personas con necesidades especiales (Topping, 2002; Soyama et al. 2004; Patterson Medical, 2009; RBF Health Care, 2010; Neater Solutions, 2012; North Coast Medical, 2012).

Able Data. (2004).. Este tipo de robots se distinguen de las prótesis, así como de las ortesis, en que pueden estar ubicados a cierta distancia del cuerpo mientras realizan su misión facilitando su manejo (Mahoney, 1997). La mayoría de los dispositivos para la alimentación autónoma constan de un brazo articulado que funciona eléctricamente, con una cuchara en su extremo, un plato sobre una mesilla rotatoria y un brazo auxiliar que empuja la comida hacia la cuchara. El usuario controla el movimiento de los diferentes componentes a través del uso de interruptores. Según Kumar, Rahman y Krovi (1997), aunque este tipo de artículos pueden ser empleados con eficacia, por lo general, su elevado coste supone un obstáculo importante a la hora de su adquisición. Por otra parte, los dispositivos de asistencia a la alimentación, según un estudio realizado entre la población estadounidense por Kumar, Rahman y Krovi, beneficiaría potencialmente a más de medio millón de personas.

El objetivo del presente proyecto es diseñar un dispositivo de asistencia a la alimentación autónoma para niños afectados por Parálisis cerebral. Con dicho dispositivo se pretende, además, aumentar la independencia de estos niños en sus actividades diarias, incrementar su autoestima y facilitar su integración social.

En el proceso de desarrollo del nuevo producto se han analizado las principales soluciones existentes en el mercado, se han definido y priorizado las necesidades del diseño, se han planteado y probado dos modelos basados en conceptos distintos. Y, finalmente, se ha obtenido un diseño innovador y sencillo.

2. Descripción del caso de estudio

Para la realización del presente proyecto se ha estudiado en profundidad la situación de un usuario específico de 14 años alumno de la escuela Happy Hours Centre (Mumbai, India) que sufre Parálisis Cerebral. La Tabla 1 muestra la información recopilada.

Tabla 1: Información principal del usuario relativa a Parálisis Cerebral

Clasificación de P. Cerebral	Tipo de P. Cerebral	Atetosis con espasticidad		
	Tipo de tono	De hipotónico a hipertónico		
	Partes del cuerpo afectadas	Cuatro extremidades afectadas, tronco y cuello		
	Grado de severidad	Muy alto		
Patologías asociadas	Coefficiente intelectual	75-80%		
	Discapacidad auditiva	No se presenta		
	Discapacidad visual	No se presenta discapacidad aparente		
	Habilidad perceptiva	Muy buena		
	Convulsiones	No presentes		
	Anomalías en el sistema oculomotor	Dificultad para enfocar debida a los movimientos involuntarios		
	Anomalías del sistema oromotor	Comunicación facial y no verbal	Buena	
		Articulación del habla	Deficiente, sólo sonidos con esfuerzo	
		Cierre de labios	Aceptable con entrenamiento	
		Capacidad para morder	Escasa o nula	
		Capacidad de tragar	Buena si es voluntaria; Mala si es involuntaria	
		Babeo	Se presenta especialmente cuando su cabeza está inclinada	
		Capacidad de succión	Buena	
		Capacidad de sorber	Mala	
		Capacidad de masticar	Aceptable (se le da comida blanda y en pequeñas porciones)	
	Malnutrición	No se presenta		
	Alteración del crecimiento	No se presenta		
Nivel de desarrollo motor	Se puede sentar por sí mismo pero con dificultad y le lleva mucho tiempo			
Forma de locomoción/movimiento	Puede rodar sobre sí mismo. Con asistencia, puede gatear			
Presencia de reflejos anómalos	Reflejo de prensión, reacción de sobresalto, reflejo tónico-asimétrico del cuello			
Reacciones posturales	Sentado está bien. De rodillas, con ayuda, está bien. Está aprendiendo a mantener el equilibrio			
Actividades de la vida diaria	Malas, casi negligente, pero se esfuerza			

Además, se ha contado con la colaboración de la fisioterapeuta, Directora y Fundadora del centro debido a su conocimiento de la problemática que se pretende resolver.

Ciertos patrones de movimiento, tales como reflejos primitivos, representan una gran dificultad en Parálisis Cerebral, ya que conllevan una falta de habilidad para separar movimientos individualmente. Aunque todos los bebés poseen reflejos, éstos desaparecen después de unos meses. Sin embargo, no sucede así con los niños que sufren Parálisis Cerebral, ya que algunos reflejos están presentes de una forma exagerada, impidiendo los movimientos voluntarios (Figura 1a). En su lugar, estos niños sufren actividad motora en articulaciones y extremidades diferentes a su acción deseada.

Figura 1: Movimientos de mano del usuario



El usuario presenta un mayor control sobre su mano izquierda que sobre su mano derecha. La posición natural de la mano izquierda es: flexión de muñeca, extensión de dedos y aducción de pulgar (Figuras 1b, c).

Cuando la muñeca izquierda está flexionada, sus dedos tienden a extenderse. Y tal como se observa en la Figura 1d cuando la muñeca está extendida, sus dedos tienden a flexionarse. Al mismo tiempo, cuando el usuario intenta abrir la mano, obviamente intenta extender los dedos y entonces su muñeca tiende a flexionarse. Y cuando intenta cerrar la mano, es decir, flexionar sus dedos, automáticamente su muñeca tiende a tomar posición de extensión.

A pesar de que el usuario puede sostener una cuchara, o cualquier otro objeto con la mano, lo hace de forma restringida (Figura 1e). Nótese pequeña desviación de la muñeca, debida a la Parálisis Cerebral. Además, el usuario no es capaz de supinar sus manos aunque sí puede pronarlas.

Actualmente el Centro dispone de un sistema que permite al usuario comer por sí mismo, aunque no sin asistencia. Este sistema consiste en una cuchara sujeta a la mano con un velcro, una esponja sobre la que descansa el brazo izquierdo sujeto con unos lazos, y unas alfombrillas que permiten fijar el plato o cuenco a la mesa para evitar su caída o vuelque (Figuras 2).

La observación del usuario empleando el sistema actual ha revelado ciertos problemas:

- Mantener la cabeza erguida lleva un gran esfuerzo.
- Por razones como la presencia de espasmos repentinos, se producen vertidos inesperados de comida sobre la mesa u otros objetos.
- La mano derecha no para de moverse y cambiar de posición.
- Su mano y sus dedos se ensucian y algunas veces, un poco de comida queda colgando de su boca.

- Tras un tiempo comiendo, le lleva mucho más esfuerzo completar la misma actividad y se reduce la precisión para tomar el bocado de la cuchara.

Figura 2: Sistema actual de comida



En conclusión, el usuario ha desistido de llevar a cabo este proceso, para el que asimismo no es 100% independiente. Alimentarse por sí mismo es una tarea ardua, agotadora e ineficiente.

En definitiva, las deficiencias observadas en el sistema actual de alimentación hacen necesario abordar el problema proponiendo un diseño adecuado.

3. Estudio de mercado

Como parte del proceso de diseño, se ha realizado un estudio de mercado para conocer las características de los sistemas de asistencia a la alimentación autónoma actualmente disponibles (Topping, 2002; Soyama et al. 2004; Patterson Medical, 2009; RBF Health Care, 2010; Neater Solutions, 2012; North Coast Medical, 2012) (Figuras 3).

Como una evaluación general de los dispositivos estudiados, es importante hacer mención del hecho de que este tipo de productos robóticos, no han alcanzado un nivel de éxito digno de su potencial. La mayoría de los dispositivos para la alimentación autónoma constan de un brazo articulado que funciona eléctricamente, con una cuchara en su extremo, un plato sobre una mesilla rotatoria y un brazo auxiliar que empuja la comida hacia la cuchara. El usuario controla el movimiento de los diferentes componentes a través del uso de controles o interruptores. Aunque este tipo de artículos pueden ser empleados con eficacia, Kumar, Rahman y Krovi (1997) dan diferentes razones por las que su uso no está tan extendido como cabría esperar:

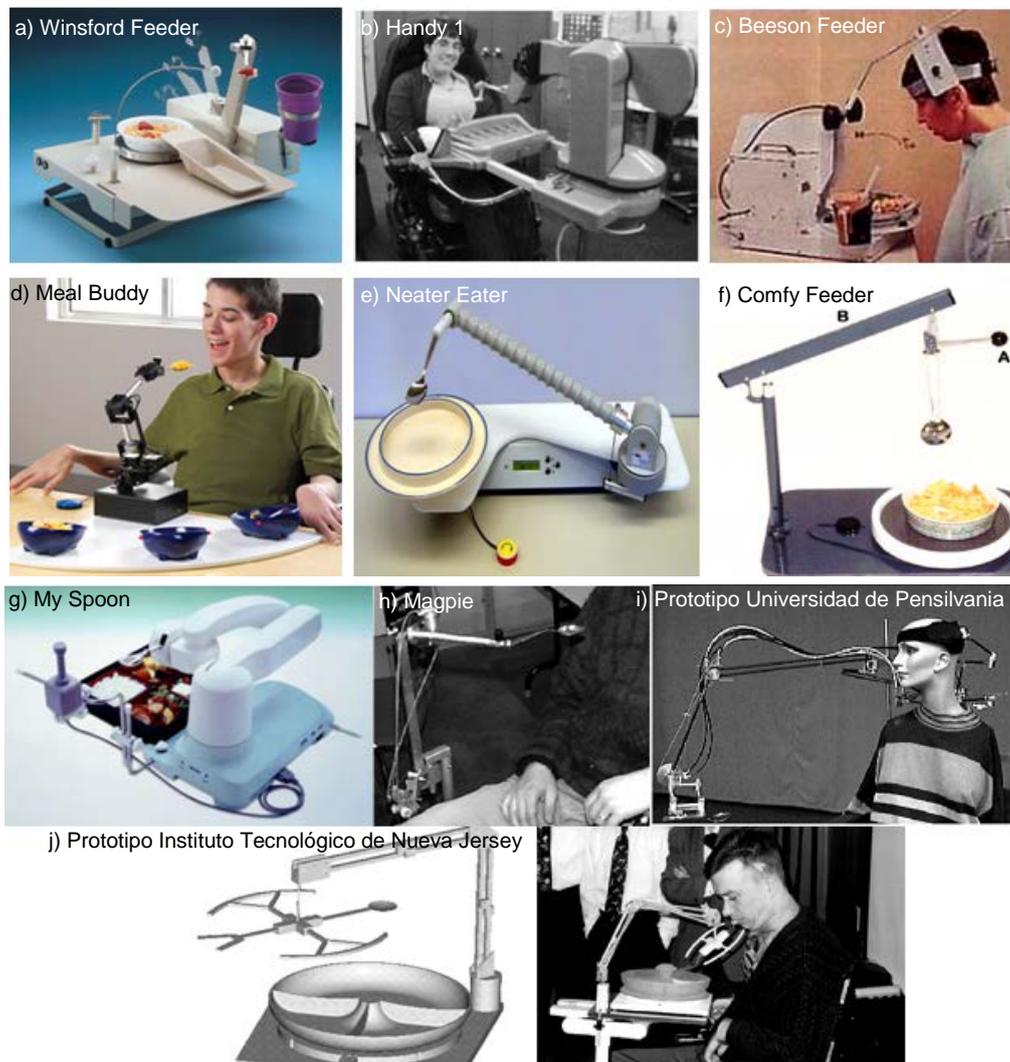
- El interruptor de control puede iniciar el movimiento de un cierto componente que conlleve frustraciones al usuario en su intento de detenerlo.
- La atención visual es requerida durante casi todo el proceso para ser alimentado con satisfacción. Sería aceptable si solo se requiere atención visual para localizar el bocado de comida, pero exigir que el usuario centre su atención en él durante toda la operación desde recoger la comida hasta llevarla a la boca, puede resultar agotador para la mayoría de los usuarios.
- Algunos dispositivos requieren el uso de electricidad, lo cual puede ser un inconveniente.
- Son caros y difícil de adaptar a necesidades individuales.

Como una observación general de los dispositivos aquí presentados, es claro que todos y cada uno de ellos comparten la misma particularidad: la comida está ubicada a la altura aproximada de la mesa, y por tanto ha de ser elevada hasta la altura de la boca.

Por otra parte, tal y como se ha visto, la versatilidad de operación es una característica que ofrecen algunos de los dispositivos existentes. Es decir, un mismo artículo puede ser apto

para su control con la barbilla, el pie, la mano, la rodilla... Esto es una clara ventaja, ya que de él podrían beneficiarse muchos usuarios de perfiles muy diferentes.

Figura 3. Sistemas robotizados para la alimentación autónoma (I).



4. Diseño del producto

4.1. Formulación de los objetivos del sistema

Hay un gran número de características y funcionalidades del producto que deberían tenerse en cuenta a la hora de comenzar el proceso de desarrollo del nuevo producto. Un producto ideal cubriría todos los objetivos deseados, sin embargo, generalmente, se deben seleccionar algunos de ellos para obtener un diseño factible. En la Tabla 2 se presentan características del producto organizadas jerárquicamente. Se distinguen tres grupos: *Necesidades básicas*, que el sistema debe satisfacer; *Necesidades de Nivel Medio* las cuales el producto puede alcanzar una vez cubiertas las básicas, y *Necesidades Extra* que estaría bien si el sistema las satisface de manera accesoria.

Tabla 2: Priorización de necesidades del diseño

Necesidades Básicas	Necesidades de Nivel Medio	Necesidades Extra
Satisfacción del usuario	Aceptación de la sociedad	Flexibilidad para el manejo de tipos diferentes de comida
Seguridad y fiabilidad	Capacidad de permitir la socialización durante las comidas	Apariencia
Calidad de higiene	Coste	Volumen reducido
Aumento del nivel de independencia durante las comidas	Menores exigencias de atención visual	Peso reducido
Mantenimiento de posturas correctas del cuerpo	Mejor control de las partes móviles del dispositivo	Estética
	Ausencia de consumo eléctrico	Diversidad de funciones para las que puede ser útil
	Facilidad de uso	
	Simplicidad	
	Portabilidad	
	Alta precisión para evitar vertidos	
	Facilidad de montaje	
	Adaptabilidad del mecanismo de activación según las necesidades de distintos tipos de usuarios	
	Limpieza de la boca y las manos del usuario	
	Eficiencia del esfuerzo requerido durante el proceso	

Por otra parte la Figura 4 muestra la priorización de los objetivos que marcan y dirigen la continuación del proceso de diseño descrito en el presente trabajo (Figura 4).

Figura 4: Priorización de objetivos que determinan las direcciones del proceso de diseño



4.2. Diseño conceptual

Como siguiente paso en el proceso de diseño se plantean dos conceptos. Un primer concepto consiste en una pequeña plataforma giratoria sobre la que el usuario deja descansar su brazo (Figuras 5).

Figura 5: Modelo del concepto I



Tras comprender los problemas que surgen al intentar recoger la comida con la cuchara fijada en la mano con el prototipo I correspondiente al primer concepto, la siguiente propuesta se centra en tomar la comida de una forma totalmente distinta. La idea fundamental en este concepto es que el usuario emplee para la dispensación de la comida movimientos que es capaz de realizar, tales como empujar una palanca o presionar un botón.

La capacidad del usuario para ejercer presión con la mano sobre una superficie ha sido evaluada, resultando apta en cuanto a fuerza y precisión. Se ha analizado esta moción tanto con la palma de la mano abierta como con el puño cerrado. El usuario se siente más cómodo presionando con el puño que con la palma de la mano abierta.

La siguiente cuestión a resolver es si es posible que el usuario tome la comida con su boca de una cuchara que esté fija a una altura, y en un ángulo y distancia apropiados. Se crea así un primer prototipo del concepto II (Figura 6). El prototipo consiste en un soporte pesado sobre el que está situada una varilla larga vertical a la que se fija una cuchara. Tanto la altura como el ángulo de la cuchara de este prototipo son regulables.

Figura 6: Prototipo del concepto II



Este prototipo se prueba con el usuario, durante las pruebas una tercera persona se ocupa de cargar la cuchara. A continuación el usuario procede a tomar la comida por sí mismo, moviendo ligeramente torso y cabeza. Teniendo en cuenta que el usuario no puede morder debidamente, él abre la boca y después junta sus labios. Finalmente, el usuario desplaza ligeramente hacia atrás cabeza y torso, y come.

La prueba del prototipo ha permitido alcanzar las siguientes conclusiones:

- El aparato debe permanecer fijo a la mesa durante su operación para evitar su caída.
- Puede que se requiera un entrenamiento mínimo para que el usuario no empuje demasiado hacia adelante su cabeza cuando tiene la cuchara en la boca. Según la fisioterapeuta esto se puede conseguir sin dificultad.
- El hecho de que la cuchara sea metálica puede lastimar al usuario en los dientes y/o la boca. Además, el choque de la cuchara metálica con los dientes puede causar reacción de sobresalto.
- Se recomienda el uso de collarín por razones de seguridad, dado que algunos usuarios como el usuario en estudio tienen tendencia a inclinar la cabeza hacia arriba mientras mastican.
- Aunque los dedos no se ensucian en absoluto, alrededor de la boca todavía le quedan restos de comida.
- A pesar de que algunos aspectos son mejorables en este prototipo, el usuario está satisfecho y el esfuerzo que necesita es mínimo, además consigue mantener la postura sentada correcta. Por otra parte, la opinión de la fisioterapeuta del Centro es también positiva.

Llegados a este punto, se da respuesta a la cuestión anteriormente planteada: el usuario es capaz de tomar la comida con la boca de una cuchara que está fija a cierta distancia, ángulo y altura. Así pues, se procede a continuar con el desarrollo del concepto II.

4.2.1. Concepto Final

Las pruebas realizadas para el Concepto II ponen de relieve la necesidad de eliminar la tercera persona para cargar el alimento en la cuchara. Además, el dispositivo a diseñar debe cumplir con los siguientes requisitos: bajo coste, prescindencia de consumo eléctrico, menor atención visual, Buen control de las partes móviles del dispositivo.

Con la intención de implementar el ahorro de energía, en el Concepto Final se decide mantener la comida elevada desde el inicio, siendo éste un aspecto diferenciador respecto a los dispositivos analizados (apartado 3). De esta manera, la acción de llevar la comida desde la mesa hasta la altura de la boca del usuario sentado no requiere consumo eléctrico. Las Figuras 7 muestran el prototipo del Concepto Final.

Figura 7: Prototipo del Concepto Final



El funcionamiento del prototipo final es el siguiente: una vez el dispositivo está fijado sobre una mesa y la cuchara ajustada a la altura y ángulo adecuados, el usuario presiona el mango con su mano. Así, la palanca se desplaza según la trayectoria marcada por la ranura curva de la caja de madera empujando la barra vertical hasta su tope. Esta barra está atornillada a la parte móvil de la guía de deslizamiento, por lo que ambas se trasladan conjuntamente hacia adelante. El orificio permanece tapado hasta que su ubicación comienza a coincidir con la posición de la cuchara (Figura 8). Sólo entonces, la tapa se mantiene fija mientras la barra vertical y la guía de deslizamiento continúan desplazándose hacia adelante hasta apertura completa del orificio. Un muelle y un tubo metálico convenientemente doblado y atornillado a la lámina metálica permiten que esto ocurra con precisión.

Respecto al proceso de recarga de la cuchara, éste comienza con la apertura del orificio dando paso al alimento que es depositado en la cuchara. En este punto, la barra vertical ha llegado hasta su tope y el usuario ha de liberar el mango. Por efecto de las gomas elásticas, la guía de deslizamiento se desplaza hacia atrás y el orificio vuelve a taparse. Entonces, el usuario puede tomar la comida de la cuchara acercándose ligeramente hacia adelante.

Cabe señalar que de todo el proceso descrito, se obtiene un único bocado de comida, ya que cada vez que el usuario quiera un bocado, tendrá que presionar de nuevo la palanca, iniciándose el proceso de llenado de la cuchara, y retirar su mano de ella.

Figura 8: Secuencia de apertura del orificio para recarga de la cuchara



5. Evaluación del Concepto Final

En este punto se hace necesario comprobar si el Concepto Final cumple con las prioridades de diseño formuladas inicialmente (Tabla 3).

Tabla 3: Evaluación del Concepto Final vs sistema actual del caso estudiado

	Sistema Actual	Concepto Final	
Satisfacción del usuario	Mejorable	Satisfecha	Necesidades Básicas
Seguridad y fiabilidad	Satisfecha	No satisfecha	
Calidad de higiene	Satisfecha	Satisfecha	
Aumento del nivel de independencia durante las comidas	Mejorable	Satisfecha	
Mantenimiento de posturas correctas del cuerpo	Mejorable	Satisfecha	
Aceptación de la sociedad	Satisfecha	Satisfecha	Necesidades de Nivel Medio
Capacidad de permitir la socialización durante las comidas	Satisfecha	Satisfecha	
Coste	Satisfecha	Satisfecha	
Menores exigencias de atención visual	No satisfecha	Satisfecha	
Mejor control de las partes móviles del dispositivo	Mejorable	No satisfecha	
Ausencia de consumo eléctrico	Satisfecha	Satisfecha	
Facilidad de uso	Mejorable	Satisfecha	
Simplicidad	Satisfecha	Satisfecha	
Portabilidad	Satisfecha	No satisfecha	
Alta precisión para evitar vertidos	Mejorable	No satisfecha	
Facilidad de montaje	No satisfecha	Satisfecha	
Adaptabilidad del mecanismo de activación según las necesidades de distintos tipos de usuarios	Mejorable	Mejorable	
Limpieza de la boca y las manos del usuario	Mejorable	No satisfecha	
Eficiencia del esfuerzo requerido durante el proceso	Mejorable	No satisfecha	
Flexibilidad para el manejo de tipos diferentes de comida	No satisfecha	Mejorable	Necesidades Extra
Apariencia y estética	Mejorable	Mejorable	
Volumen reducido	Satisfecha	No satisfecha	
Peso reducido	Satisfecha	No satisfecha	
Diversidad de funciones para las que puede ser útil	Mejorable	Mejorable	

6. Conclusiones

El dispositivo obtenido ofrece a niños con Parálisis Cerebral altos niveles de independencia durante las comidas, satisfacción, mantenimiento de posturas correctas del cuerpo, aceptación social, socialización durante las comidas, así como facilidad de uso. Dichas características del dispositivo han sido evaluadas y validadas mediante la construcción de un prototipo. Como ventajas del diseño obtenido frente a otros dispositivos actualmente disponibles en el mercado cabe destacar su bajo coste, simplicidad, ausencia de consumo eléctrico, buen control de partes móviles del dispositivo y menor atención visual requerida.

Por otra parte, la evaluación del prototipo realizada ha puesto de relieve la necesidad de introducir mejoras en el diseño. Dichas mejoras se plantean como directrices futuras de diseño.

En la actualidad el prototipo está a disposición de “Happy Hours Centre” en Mumbai (India). Además, ha sido presentado a la Fundación CEDAT dedicada a la atención a discapacitados en la Universidad Politécnica de Valencia, con el objetivo de su difusión entre la comunidad de potenciales usuarios. A partir del feedback recopilado en ambos entornos se pretende lograr un prototipo final para su comercialización.

7. Referencias

- Able Data. (2004). Beeson Automaddak Feeder. Obtenido el Abril 1, 2012, de Able Data: <http://www.abledata.com/abledata.cfm?pageid=19327&top=12236&productid=102185&trail=22,11860,12232&discontinued=0>
- Adams, M. S. Khan, N. Z., Begum, S. A., Wirz, S. L., Hesketh, T. & Pring, T. R. (2011) Feeding difficulties in children with cerebral palsy: low-cost caregiver training in Dhaka, Bangladesh. *Child: Care, Health and Development*. DOI: 10.1111/j.1365-2214.2011.01327.x
- Braddom, R. L., Dumitru, D., Matthews, D. J., Buschbacher, R. M., Johnson, & E. W., Sinaki, M. (1996). *Physical medicine & rehabilitation* (2ª ed.). Philadelphia: Saunders.
- Comfy Splints. (2000). *Comfy Feeder*. Obtenido el Abril 1, 2012, de http://www.comfysplints.com/Store/index.php?target=categories&category_id=126
- Hermann, R. P., Phalangas, A. C., Mahoney, R. M., & Alexander, M. A. (1999). Powered feeding devices: an evaluation of three models. *Archives on Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 1237-1242.
- Johnson, C. B., & Deitz, J. C. (1985). Time use of mothers with preschool children: A pilot study. *American Journal of Occupational Therapy*, 39(9), 578-583.
- Kumar, V., Rahman, T., & Krovi, V. (1997). Assistive devices for people with motor disabilities. In J. Webster (Ed.), *Wiley Encyclopedia for Electrical and Electronic Engineers*, John Wiley & Sons.
- Mahoney, R. M. (1997). Robotic products for rehabilitation: Status and Strategy, Proc. of the Int. Conf. on Rehabilitation Robotics (ICORR) (12–22). Bath, UK.
- Neater Solutions. (2012). *Neater Eater*. Obtenido el Abril 1, 2012, de <http://www.neater.co.uk/main.htm>
- North Coast Medical. (2012). Winsford Feeder. Obtenido el Abril 1, 2012, de North Coast Medical: http://www.ncmedical.com/item_223.html
- Patterson Medical – Sammons Preston. (2009). Meal Buddy robotic assistive feeder. [Video]. Video enviado a <http://www.youtube.com/watch?v=CGjMd-o9S3o>. Canadá.
- RBF Health Care. (2010). Neater Eater. Obtenido el Abril 1, 2012, de <http://www.rbfindustries.co.uk/healthcare/product.php?type=97&cat=category&catname=Feeding%20Aids>
- Soyama, R., Ishii, S., & Fukase, A. (2004). 8 Selectable operating interfaces of the meal assistance device ‘My Spoon’. Bien, Z. Z., & Stefanov, D. (Eds.) *Advances in Rehabilitation Robotics*, LNCIS 306, 155-163.
- Topping, M. (2002). An overview of the development of Handy 1, a rehabilitation robot to assist the severely disabled. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 34, 253-263.
- Topping, M., & Smith, J. (1998). The development of Handy 1, a rehabilitation robotic system to assist the severely disabled. *Industrial Robot*, 25(5), 316-320.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Sabina Asensio Cuesta

Tel. +34 96 387 70 07 Ext. 85689

Fax. +34 96 387 98 69

E-mail: sasensio@dpi.upv.es

URL: <http://www.ergonautas.com>